R 3966

Société Française de Malacologie

LES MOLLUSQUES MARINS BIOLOGIE et AQUACULTURE

BIBL. DU MUSÉUM PARIS

BREST
9 novembre 1990

Actes de Colloques
n° 14 1992

HALIOTIS vol. 22 (1992)

IFREMER

LES MOLLUSQUES MARINS
BIOLOGIE ET AQUACULTURE

SOCIETE FRANCAISE DE MALACOLOGIE

La Société Française de Malacologie a été fondée le 29 janvier 1969. Elle compte 400 membres français et étrangers. Son but est d'encourager toute étude concernant les mollusques actuels et fossiles, de faciliter les relations entre les malacologistes et les documenter sur les recherches en cours dans les différents laboratoires français ou étrangers. L'association est dirigée par un conseil d'administration de douze membres élus pour trois années par l'assemblée générale ordinaire.
La Société édite une revue scientifique annuelle, *"Haliotis"*, qui est dotée d'un comité de lecture international et qui est indexée par le "Bulletin signalétique du CNRS", "Zoological Record" et "Referativniy Zhurnal". Les anciens numéros de *"Haliotis"* sont en vente au siège de la société.
Les demandes d'adhésion sont ratifiées par le conseil d'administration (se renseigner au siège de la société). Le montant annuel de la cotisation est de 200 F pour les personnes physiques (100 F pour les étudiants), 280 F pour les personnes morales (laboratoires, bibliothèques, librairies, sociétés...).
Chaque membre de la société reçoit : la revue *"Haliotis"*, des notes d'information et des circulaires bibliographiques.

Siège : Laboratoire de malacologie, Muséum national d'histoire naturelle, 55 rue de Buffon - 75005 Paris

CONSEIL d'ADMINISTRATION POUR 1990

Président :	**Marcel LE PENNEC,** Brest
Vice-Président :	**Philippe BOUCHET,** Paris
Secrétaire Général :	**Claude POIZAT,** Marseille
Secrétaire-Adjoint :	**Anne Marie REAL-TESTUD,** Paris
Trésorier :	**Bernard METIVIER,** Paris
Autres Membres :	**Patrick ARNAUD,** Marseille
	Alain BODOY, La Tremblade
	Eve BOUCAUD-CAMOU, Caen
	Jacques DAGUZAN, Rennes
	Serge GOFAS, Paris
	Georges RICHARD, Paris
	Nardo VICENTE, Marseille
Membres étrangers invités:	**Alan BEBBINGTON,** Royaume-Uni
	Joseph KUIPER, Pays-Bas
	Mathieu POULICEK, Belgique

Cet ouvrage, réalisé dans la série IFREMER "Actes de Colloques", correspond au volume n° 22 d' HALIOTIS - année 1992

R 3966

Société Française de Malacologie

LES MOLLUSQUES MARINS

BIOLOGIE et AQUACULTURE

Symposium international
Brest – 9 novembre 1990

sous la direction de

Marcel Le PENNEC
Laboratoire de biologie marine
Université de Bretagne occidentale

BIBL. DU MUSEUM PARIS

IFREMER

Société Française de Malacologie

"LES MOLLUSQUES MARINS : BIOLOGIE ET AQUACULTURE"

Symposium international

Brest – 9 novembre 1990

Comité d'organisation

- *Marcel LE PENNEC, Michel AUFFRET, Alain MARHIC.*
- Collaboration : *Anne DONVAL, Sigit DWIONO, Alain LE MERCIER, Alain PAIMBENI, Stéphanie PLANA, Ita WIDOWATI. (Laboratoire de Biologie Marine, Institut d'Etudes Marines, Université de Bretagne Occidentale).*
- Secrétariat de l'Institut d'Etudes Marines (UBO).

Concours financier

- ***Université de Bretagne Occidentale,***
- ***Conseil Général du Finistère,***
- ***C N R S,***
- ***Ville de Brest et Communauté Urbaine,***
- ***Ville de Plougastel-Daoulas.***

Support publicitaire

- ***Crédit agricole,***
- ***Ville de Brest,***
- ***Océanopolis,***
- ***Conseil Régional de Bretagne,***
- ***Conseil Général du Finistère,***
- ***O S I et A E S (équipements de laboratoires),***
- ***Copytext (photocopieur),***
- ***Guilbert (papeterie).***

Collaboration technique

- ***Université de Bretagne Occidentale***
  - **** SAVUBO,***
  - **** UFR Médecine,***
  - **** UFR Sciences.***

Service de la Documentation et des Publications (SDP)
IFREMER – Centre de Brest
BP 70 – 29280 PLOUZANE
Tél. 98.22.40.13 – Fax 98.22.45.45

ISBN 2–905434–40–6
ISSN 0761–3962

© Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, 1992

SOMMAIRE

ARTICLES ORIGINAUX

1 Ecologie bactérienne dans les bacs d'élevage larvaire de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) 5
Jacq E., Moal J., Samain J.F., Corre S., Daniel J.Y., Nicolas J.L., Cochard J.C., et *Fera P.*

2 La densité, un critère de qualité applicable en écloserie aux embryons de *Pecten maximus* (Mollusque, Bivalve) 21
Faure C., Devauchelle N. et *Dorange G.*

3 Influence de la densité et de l'âge des huîtres japonaises (*Crassostrea gigas*) sur la croissance et la composition biochimique en bassins de terre 31
Bodoy A., Geairon Ph., Garnier J. et *Heurtebise S.*

4 Croissance de l'huître japonaise *Crassostrea gigas* en cylindre rotatif Stanway. Premiers résultats en France 41
Robert R. et *Maurer D.*

5 Croissance de *Crassostrea gigas* en Bretagne en 1989, mise en place d'un réseau d'acquisition de données 61
Le Bec C. et *Mazurié J.*

6 Observations sur le captage et la croissance de l'huître creuse ouest-africaine, *Crassostrea gasar*, en Casamance, Sénégal 71
Gilles S.

7 Description d'un nouveau système de fixation des larves d'*Ostrea edulis* L. 89
Rodriguez W., Espinos F.j., Otero F. et *Silveiro N.*

8 Lutte biologique contre la prolifération de l'étoile de mer : *Asterias rubens* en baie de Quiberon 93
Barthélémy G.

BIBL. DU MUSÉUM PARIS

9 Résultats d'une intervention sur une parasitose à *Proctoeces maculatus* (Trematoda, Digenea) affectant la mytiliculture de l'Ouest Cotentin 107
Le Breton J. et *Lubet P.*

10 La culture suspendue de *Chlamys varia*, de la nourricerie à la taille commerciale, en Galice (Espagne) 119
Cancelo M.J., Guerra A., Fernandez A., Gabin C. et *Fernandez J.*

11 L'élevage de la palourde, Programme National de Recherche sur la maladie de l'anneau brun 127
Flassch J.p., Barret J., Mazurié J., Maes Ph., Noël T., Nicolas J.L., Paillard C. et *Le Pennec M.*

12 Effet du *Vibrio* P_1, pathogène de *Ruditapes philippinarum*, sur d'autres espèces de bivalves. 141
Maes Ph. et *Paillard C*

13 Stratégie de repeuplement du Mollusque Gastéropode *Concholepas concholepas* (B) au sud du Chili 149
Varela Santibañez C.

14 Contribution à la connaissance du régime alimentaire de la seiche (*Sepia officinalis* L.) (Mollusque Céphalopode) dans le nord du Golfe de Gascogne et dans le Golfe du Morbihan : résultats préliminaires 155
Pinczon Du Sel G. et *Daguzan J.*

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 5-20

1

ECOLOGIE BACTERIENNE DANS LES BACS D'ELEVAGE LARVAIRE DE COQUILLES SAINT-JACQUES (*PECTEN MAXIMUS*)

JACQ E.[1], MOAL J.[2], SAMAIN J.F.[2], CORRE S.[1], DANIEL J.Y.[2], NICOLAS J.L.[2], COCHARD J.C.[2] et FERA P.[1]

[1] *MICROMER, Z.I.du Vernis 29200 BREST*

[2] *IFREMER, BP 70, 29280 PLOUZANE*

RESUME : Les élevages ont été réalisés dans deux types d'eau : une eau marine et la même eau stabulée dans un vivier. Les eaux d'origine sont caractérisées par la diversité des peuplements et par le faible volume des cellules. Seul un faible pourcentage de bactéries (de l'ordre de 1%) est cultivable sur le milieu de culture 2216E. L'addition d'antibiotiques, la présence des larves et des algues modifient profondément l'environnement des bactéries, ce qui se traduit par une évolution des peuplements : diversité réduite, augmentation de leur volume cellulaire, changement de métabolisme, résistance au chloramphenicol. L'analyse taxonomique ne fait pas apparaître de souches caractéristiques de l'une ou l'autre des eaux, ni à l'origine ni au cours de l'élevage. Cependant des différences dans les potentialités de réponse à l'addition de substrat organique et de productivité sont identifiées selon l'origine des eaux. Ces différentes études ont permis de mettre au point un modèle qui illustre l'influence de la productivité propre à chacune des deux eaux, des densités bactériennes initiales, des apports de matière organique et des phénomènes de grazing.

Mots clés : bactéries marines, productivité, élevage larvaire

BACTERIAL ECOLOGY IN PRODUCTION TANKS DURING LARVAL SCALLOP REARING (*PECTEN MAXIMUS*)

ABSTRACT : *Larval rearings were performed with seawater either freshly pumped or after storage in a pond. Concerning bacterial populations these waters were characterized by a high diversity, little sized bacteria whose few of them (1%) were cultivable on Zobell medium. In the tanks, the bacterial ecosystem was modified by the presence of antibiotics, larvae and algae : the diversity was lowered, the cellular volume was increased by a factor 2 to 5, 100% bacteria were cultivable and chloramphenicol resistant, and their metabolism changed. Taxonomic screening showed no differences among the two waters neither at the beginning nor at the end of the rearings. However depending on the water (stored or not) differences were identified for bacterial physiology and productivity : bacteria from the pond were more organic matter dependent. From these results we have developped a mathematical model which take into account the influence of the respective productivity of both waters, the initial bacterial concentration, the organic matter content (seawater content and larval excretion) and the bacterial grazing by the larvae.*

Keywords : marine bacteria, productivity, larval rearing

INTRODUCTION

Depuis les travaux de Loosanoff et Davis (1963), la mise en place de programmes de repeuplement et d'aquaculture extensive a accéléré le développement des écloseries et nurseries de bivalves marins. L'élevage larvaire d'un certain nombre d'espèces est relativement bien maîtrisé (huîtres, palourdes, coquilles Saint-Jacques) quand des conditions rigoureuses de gestion sanitaires sont observées.

En effet, bien qu'on n'ait pas pu démontrer l'existence de bactéries strictement pathogènes pour les larves en dehors du genre *vibrio* (Brown, 1981), les échecs des élevages par mortalité massive sont souvent attribués à des problèmes de proliférations bactériennes. Ces proliférations sont favorisées par les conditions dans lesquelles sont réalisés les élevages: température élevée pour accélerer la croissance larvaire, nourriture abondante, densités élevées de larves.

Le renouvellement périodique de l'eau d'élevage, la filtration, et l'emploi d'antibiotiques sont les principales techniques couramment utilisées pour limiter les développements bactériens.

Ces aspects négatifs des développements bactériens ne doit pas faire oublier les relations bénéfiques possibles entre les bactéries et les bivalves, en particulier au niveau nutritionnel et du déclenchement de la métamorphose (Mengus, 1978, Mc Henery et Birkbeck, 1985, Prieur et al., 1990). Des effets protecteurs de certaines bactéries marines contre le développement de *vibrio* ont aussi été signalés (Nicolas, com. pers.).

A l'écloserie d'Argenton, la présence d'un facteur positif sur la croissance larvaire de *Pecten maximus* liée à la fraction particulaire présente dans l'eau (0,2-1 µm) a été observée. Ce phénomène permanent décrit par Samain et al., 1987 se développe au cours de la stabulation de l'eau dans un vivier. La taille des bactéries marines présentes dans l'eau de ce vivier est tout à fait compatible avec la taille de cette fraction particulaire (Jeanthon et al., 1988).

Une description comparative pluriannuelle des populations bactériennes qui se développent au cours de l'élevage larvaire dans l'eau du vivier et l'eau de mer environnante a donc été entreprise aussi bien d'un point de vue qualitatif que descriptif. Un effort particulier a été porté sur l'aspect dynamique du développement bactérien que nous avons tenté de modéliser, afin d'en extraire les éléments primordiaux qui régissent l'équilibre bactérien dans les bacs d'élevage.

MATERIEL ET METHODES

Elevages larvaires

Les élevages larvaires de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) ont été menés selon les techniques décrites par Buestel et al., (1982) et Samain et al. (1987). Les larves sont élevées à une densité de 10 à 12 larves par ml en bacs cylindroconiques de 400 litres, vidangés toutes les 48 heures. La nourriture, composée d'un mélange à parts égales de *Pavlova lutheri*, *Isochrisis galbana* (clone *T. Iso*), et *Chaetoceros calcitrans* est distribuée chaque jour à raison de 60 cellules par µl. La prolifération bactérienne est limitée par adjonction de chloramphenicol à raison de 8 mg. l^{-1}.
Deux types d'eau ont été utilisés pour réaliser les élevages: soit une eau côtière pompée à marée haute (eau extérieure), soit l'eau d'un vivier alimenté par de l'eau côtière laissée en stabulation. Le traitement de filtration est identique pour les deux eaux et réalisé en deux étapes: une filtration sur filtre à sable, puis une filtration à 1 µm par deux cartouches filtrantes de polypropylène montées en série (AMF.CUNO.DPPPY). Tous les élevages ont été réalisés en eau thermorégulée à 18°C. Des comparaisons de la croissance larvaire selon le type d'eau ainsi que des suivis bactériologiques ont été réalisés en juin 1986, mars 1987, juin 1988, 1989 et 1990.

Numérations bactériennes

* Microflore bactérienne totale

Les échantillons sont fixés au formaldéhyde puis colorés à l'acridine orange (concentration finale 0,01%) avant d'être filtrés sur filtres Nuclepore de porosité 0,2 µm préalablement noircis au noir Irgalan (Hobbie et al., 1977). Les numérations se font en microscopie à épifluorescence (Olympus BH2) par dénombrement sur 20 champs pris au hasard, à un grossissement x1000

* microflore bactérienne hétérotrope cultivable

Le nombre de bactéries viables est déterminé à partir de l'échantillon frais, par étalement sur le milieu gélosé 2216E d'Oppenheimer et Zobell (1952). Les étalements sont dupliqués et les dénombrements sont réalisés après 8 jours d'incubation à 20°C.

Analyses bactériologiques qualitatives

La description qualitative des souches bactériennes isolées à partir du milieu 2216E est réalisée à l'aide de 32 tests écologiques et biochimiques. Ainsi outre la mobilité, le Gram et la morphologie, des tests de thermo et d'halotolérance sont effectués sur chacun des isolats.

Les caractéristiques biochimiques sont déterminés sur galeries API 20B alors que la possibilité de fermenter le glucose en condition d'anaerobiose est recherchée sur le milieu de Hugh et Leifson (1953).

Le traitement informatique des données est basé sur le calcul du coeficient de similitude établi par Sokal et Michener (1958) et qui tient compte des similitudes positives et négatives. Ceci permet un regroupement des souches selon la variance. Pour chaque série de souches bactériennes (issues d'un même échantillon), sont calculés un indice moyen d'activité (à partir des pourcentages de réponses positives) et un indice de régularité fonctionnelle, basé sur la fréquence d'apparition relative de chaque caractère (Trousselier et Legendre, 1981).

Analyses des potentialités de production des bactéries

* Evaluation expérimentale de la production (% de div. cellulaire)

Des expérimentations en bouteille d'incubation sont réalisées en présence de différentes concentrations en matière organique. Ceci permet d'estimer des Fréquences de Division Cellulaires (F.D.C.) et des taux de croissance sous différentes conditions environnementales (Hagstrom et al., 1979 et Newell et Christian, 1981). Ces études ont été réalisées sur les eaux des bacs d'élevage en fin de cycle, afin d'étudier le comportement des souches sélectionnées par l'antibiotique. Afin d'analyser l'impact des larves sur la production bactérienne, les expérimentations ont été effectuées sur les eaux extérieure et vivier brutes (en présence des larves) ou filtrées sur 1 µm (en absence des larves). Les évolutions des paramètres; densités bactériennes totales, viables et F.D.C. sont suivies sur une période de 30 heures.

* Productivité par incorporation de substrats marqués

Des échantillons d'eaux de mer extérieure et vivier (préfiltrées sur 1 µm) sont isolés dans des sacs à dialyse et placés dans les bacs d'élevage. Après un temps de séjour de 48 heures, 20 ml de ces deux eaux sont placés dans des flacons de 100ml en présence de thymidine tritiée (méthyl ^{3}H thymidine, CEA) à des concentration de 2,5 à 8 nm puis incubés de 0,5 à 4 heures, dans des conditions de température et de lumière identiques à celles des bacs d'élevage. Les échantillons sont alors traités selon la méthode décrite par Fuhrman et Azam (1982). Le comptage est effectué sur un compteur à scintillation liquide, après établissement des courbes de quenching. Le nombre de molécules de thymidine incorporées est estimé à partir de l'équation:

$$N \text{ moles} = \frac{dpm \times 1 \times 4{,}5.10^{-13}}{AS}$$

ou As est l'activité spécifique de la solution de thymidine en Ci/môle et $4{,}5.10^{-13}$ est le nombre de curies par dpm.

Afin de cerner l'influence de la nourriture et des larves, ces incubations ont été réalisées soit en situation standard, soit en absence des larves et en présence ou non du milieu de culture des algues. Les conditions d'incubation (courte durée, faible concentration en marqueur) sont choisies afin de favoriser presqu'exclusivement le métabolisme bactérien en évitant l'incorporation par les microalgues (Moriarty, 1986; Rivkin, 1986).

Les taux de division bactériens ont été calculés en appliquant soit le facteur de conversion de $2x10^{18}$ bactéries produites par môle de thymidine incorporée, fréquemment utilisé pour les eaux océaniques (Fuhrman et Azam, 1982; Moriarty, 1986), soit un facteur déterminé expérimentalement sur les eaux considérées. Ce dernier a été estimé en réalisant des marquages successifs durant la phase de croissance des bactéries en présence de 0,1 et 5 mg/l d'extraits de levure, sur des eaux prélevées en fin de cycle d'élevage larvaire de coquilles Saint-Jacques. Le facteur ainsi obtenu est $0,3x10^{18}$ bactéries produites par mole de thymidine incorporée.

Ces différentes études ont été réalisées de 1986 à 1989 et les suivis effectués annuellement sont présentés dans le tableau 1.

Modélisation de la croissance bactérienne dans les deux eaux

Un modèle mathématique a été établi afin d'estimer la possible influence des bactéries sur les larves en tant qu'apport nutritionnel quantitatif. Il doit permettre d'estimer l'importance relative des paramètres; substrat, biomasse bactérienne et taux de division. Ce modèle est obtenu par intégration des données par microordinateur selon Kutta-Runge et est basé sur les équations suivantes:

Biomasse bactérienne: $B \quad \frac{dB}{dT} = \mu.B - r.L.B$ r: taux de prédation par les larves

L: Nombre de larves

Matière organique: $S \quad \frac{dS}{dT} = -a.\mu.B + k.L$ a: Rendement de transformation (subst-bact)

k: Coeficient d'excretion larvaire

Taux de croissance: $\mu \quad \mu = \frac{\mu max.S}{K_S + S}$ Ks: Affinité des bactéries pour le substrat

Ces équations ont permis d'ajuster le modèle aux données expérimentales et ainsi d'estimer les possibilités nutritives que représentent les bactéries pour les larves de coquilles Saint-Jacques, dans le cas des eaux de mer extérieure et vivier.

RESULTATS

Ecologie des peuplements bactériens dans les eaux d'élevage

Les figures 1 et 2 présentent les evolutions quantitatives (totales et viables) et qualitatives (taxonomie numérique) des peuplements bactériens au cours du temps pendant un cycle d'élevage. Elles permettent d'illustrer plusieurs phénomènes rencontrés régulièrement au cours de nos études, quelque soit le type d'eau étudié (vivier ou extérieure).

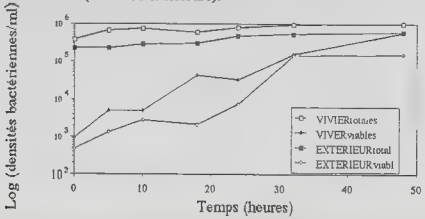
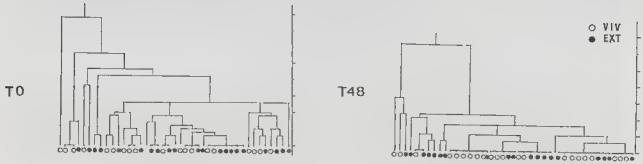


Figure 1: Evolutions des densités bactériennes totales et viables au cours des 48 heures d'un cycle d'élevage (Nombre de bactéries par ml)(1990)



	Ind Régularité fonctionelle		Indice moyen d'activité	
	T0h	T48h	TOh	T48h
Vivier	0,38	0,24	3,5	3,05
Extérieure	0,31	0,23	2,66	3,10

Figure 2: Dendrogrammes des analyses taxonomiques réalisées sur les isolats des eaux extérieures et vivier en début et en fin de cycle d'élevage (1988)

Au temps initial, les bactéries cultivables sur milieu de culture ne représentent qu'une faible fraction des peuplements totaux, inférieure à 5%. Puis à partir de la cinquième heure de contact entre les larves, les algues et l'eau de mer il se produit un développement bactérien avec importance croissante des bactéries viables sur milieu de culture. Ce temps de latence de 5 heures avant la croissance bactérienne dans ce milieu enrichi en larves et en algues correspond probablement au stress lié à l'addition d'antibiotique. Si les différences de densité initiales sont peu différentes entre l'eau extérieure et l'eau du vivier, il existe en règle générale un facteur proche de 2 entre les densités observées dans l'eau de mer côtière et celle ayant stabulée en vivier (tableau 1).

		VIVIER		EXTERIEUR	
ANNEE	Techniques	TO	T48	T0	T48
Densités totales	(1)2,6x10^5		0,4x10^5		
	Densités viables (2)	1,1x10^3		3,6x10^3	
	Analyse qualitative	**	**	**	**
	Production	**	**	**	**
Densités totales					
Densités viables					
	Analyse qualitative	**	**	**	**
	Production	**	**	**	**
Densités totales	3,7x10^5	2,7x10^5	1,6x10^5	2,9x10^5	
	Densités viables	6,4x10^2	1,6x10^5	1,9x10^3	2,8x10^5
	Analyse qualitative				
	Production	**	**	**	**
Densités totales	3,8x10^5	9,9x1052,0x10^5		6,0x10^5	
	Densités viables	4,5x10^2	2,0x105	4,4x10^2	1,5x10^5
	Analyse qualitative				
	Production	**	**	**	**

Tableau 1: Série d'expérimentations réalisées au cours des 4 années d'études
densités totales exprimées en nombre de cellules par ml
densités viables exprimées en UFC par ml

En fin de cycle, les bactéries viables peuvent représenter de 60 à 100% des bactéries totales, ceci quelque soit l'eau analysée. Cette forte augmentation relative de la fraction cultivable est associée à deux phénomènes; l'augmentation de la taille des cellules et la sélection de souches adaptées. En effet, en début de cycle les cellules bactériennes sont dans leur majorité de petite taille et ce n'est qu'après 10 heures d'élevage que des cellules présentant un volume supérieure à 1μm^3 apparaissent pour devenir prédominantes après 30 heures de contact.

Si ce pourcentage de bactéries viables ne diffère pas entre les deux en fin de cycle, par contre la cinétique de croissance est fonction de l'origine de l'eau. En effet, un délai de 24 heures est nécessaire pour que les valeurs observées dans l'eau extérieure atteignent celles du vivier.

La sélection de bactéries résistantes à l'antibiotique et adaptées aux nouvelles conditions de l'environnement est illustrée sur les dendogrammes de la figure 2. Au temps initial, il existe une forte diversité des bactéries au niveau des deux eaux (les indices de régularité fonctionnelle indicateur de la diversité des peuplements sont en effet de 0,31 (Ext) et 0,305 (Viv) alors qu'en fin de cycle ces coeficients sont de 0,24 et 0,23. Ainsi 5 taxons seulement représentent 80% des isolats.

Au temps initial l'indice moyen d'activité (qui peut évoluer de 0 à 100) met en évidence de faibles valeurs, mais toujours en faveur de l'eau du vivier. Le tracé (figure 3) présentant le pourcentage de souches positives vis à vis de l'utilisation des carbohydrates et polyols présents dans les galeries API20B permet d'illustrer des potentialités de dégradation plus élevées dans l'eau du vivier, surtout en début d'élevage.

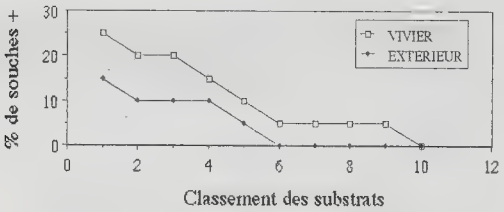


Figure 3: Profils métaboliques des peuplements isolés des deux eaux vis à vis des carbohydrates et polyols.
ordonnées:% de souches hydrolysant les différents substrats
abscisses: Classement selon les % d'hydrolyse décroissants des substrat de 1 à 12.

Si en 1986, une souche dominante caractéristique de l'eau du vivier a été isolée (Jeanthon et al., 1988), ce phénomène n'a pu être reproduit au cours des années suivantes.

Potentialités de production bactérienne

Les mesures de production par incorporation ont toujours été réalisées en sac à dialyse en absence de prédateurs et il s'agit donc de productivité potentielle maximale. Les valeurs d'incorporation de thymidine au temps initial (en moles $l^{-1}.h^{-1}$) sont présentées dans le tableau 2, elles se caractérisent par une grande variabilité des phénomènes observés.

	VIVIER		EXTERIEUR	
ANNEE	T0	T48	T0	T48
4,66	2,4	3,2	2,7	
1987	5,6	10,0	4,5	9,3
1988	8,85	45,0	1,24	24,5
1989	1,4	0,9	0,5	8.7

Tableau 2: Résultats des mesures d'incorporation de thymidine tritiée par les bactéries dans les eaux d'élevages aux temps initial et final (moles/ml/h)

Les valeurs pour l'eau du vivier sont toutefois systématiquement plus élevées (de 0,5 à $4,5.10^{-11}$ moles de TdR.$l^{-1}.h^{-1}$ pour l'eau extérieure contre 1,4 à $8,8.10^{-11}$ TdR $l^{-1}.h^{-1}$ pour l'eau du viver). Ce résultat rejoint les observations faites au niveau des densités bactériennes.
Selon les années et le type d'eau dans lequel est réalisé l'élevage, la productivité bactérienne, mesurée par cette méthode, est favorisée (1987, 1988) ou au contraire ralenti (1986) après 48 heures d'élevage. Il est toutefois important de préciser qu'en 1986, la mesure s'est effectuée en absence de larves. En 1989, la productivité bactérienne dans les bacs d'élevage larvaire évolue différement selon l'origine de l'eau; diminution de la productivité dans l'eau du vivier et accroissement dans l'eau extérieure.

Si des analyses sont réalisées après 24 heures d'élevage, les productivités bactériennes dans les deux eaux sont alors très réduites (figure 4).
L'addition d'antibiotique se traduit donc par un arrêt de la productivité exprimée en incorporation de thymidine. Sur ce tracé est également présentée l'influence de l'apport algal. En effet, en leur absence, la productivité reste proche de 0, même après 48 heures d'élevage. L'apport organique lié aux algues "fourrage" est donc indispensable au développement bactérien dans les eaux d'élevage.

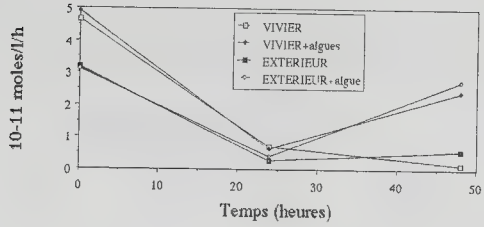


Figure 4: Evolutions des productivités bactériennes mesurées par incorporation de thymidine tritiée durant un cycle d'élevage (1986).

L'addition de substrat carboné dans les eaux d'élevage âgées de 48 heures doit permettre de tester les potentialités de réaction des bactéries. La figure 5 présente l'évolution des peuplements bactériens dans les deux eaux après addition de 0 et de 5 mg d'extraits de levure. Les paramètres analysés sont les densités bactériennes totales (5a) et les pourcentages de divisions cellulaires (5b).

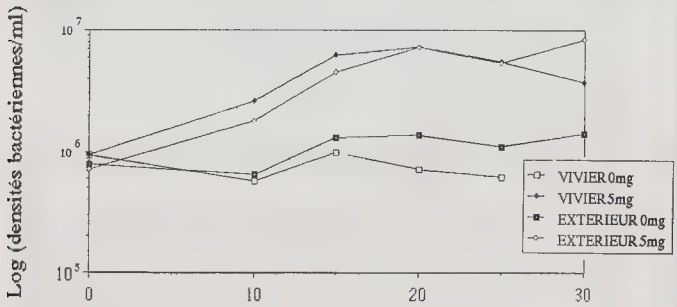


Figure 5a : Evolutions des densités bactériennes totales lors des expérimentations d'addition de substrat carboné (0 et 5 mg d'extrait de levure) sur des eaux non filtrées.

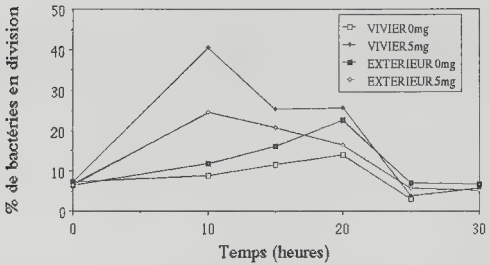


Figure 5b : Evolutions des pourcentages de divisions cellulaires lors des expérimentations d'addition de substrat carboné (0 et 5 mg d'extrait de levure) sur des eaux non filtrées.

En absence d'ajout organique, l'évolution des peuplements est réduite et le maximum de division est noté après un phase de latence de 20 heures. Les bactéries présentes dans l'eau extérieure réagissent de façon plus importante que celles présentes dans l'eau du vivier. Si l'on ajoute 5 mg d'extrait de levure par litre, la réaction des bactéries exprimée en pourcentage de cellules en division est plus rapide (t=10 heures) et beaucoup plus intense. En effet, alors que les données ne dépassent pas 20% de cellules en division dans les conditions témoins, des valeurs de 50% pour les bactéries issues du vivier et de 25% pour celles de l'eau extérieure sont observées.
Si les maxima de cellules en division sont observés au même moment dans les deux eaux, par contre la dominance est inversée selon que l'on se situe ou non en présence d'apports organiques, les bactéries présentes dans l'eau du vivier réagissant plus favorablement à la présence d'extrait de levure.

Modélisation

A partir des données enregistrées dans l'étude quantitative et lors des mesures de productivité de 1987, une modélisation des phénomènes a été réalisée. Ce modèle permet de prendre en compte l'influence du substrat, de la biomasse bactérienne initiale, et de la productivité des peuplements. Ainsi, le modèle est établi à partir d'une concentration en substrat organique de 2,2 $mg.l^{-1}$ dans l'eau extérieure contre une concentration de 3,4 $mg.l^{-1}$ dans l'eau du vivier (Samain et al., 1987). De même, le facteur moyen de 2 déterminé entre les densités bactériennes initiales de l'eau du viver et de l'eau extérieure est également enregistré. A partir de ces conditions initiales, un ajustement

correct est obtenu en prenant en compte les différences de productivité, mesurées par incorporation de thymidine, obtenues entre les deux eaux en 1987 (figure 5).

DISCUSSION

Comme l'ont déjà signalé Jeanthon et al., 1986, la double filtration (sable et filtre 1µm) permet d'obtenir une homogénéité des densités bactériennes présentes en entrée de l'écloserie (de l'ordre de 10^5 bactéries totales par ml et d'environ 10^3 cellules cultivables). Au temps initial, les peuplements présents dans les deux eaux se caractérisent par une faible viabilité sur milieu de culture. Les techniques de culture ne permettent généralement pas la croissance de l'ensemble du peuplement bactérien. En effet, seules les cellules dont le métabolisme leur permet de survivre au stress lié au passage d'un milieu liquide à un milieu solide mais aussi à la présence dans le milieu de culture de matière organique peuvent s'exprimer. Ainsi, la fraction cultivable varie d'un échantillon à l'autre en fonction de l'état des cellules et de ses caractéristiques physiologiques. Par exemple, Ward et al., 1990, estime à 80% les bactéries marines naturelles incapables de se développer en culture. Des comptages réalisés en autoradiographie (données non publiées) indiquent que l'ensemble du peuplement bactérien, comparativement aux dénombrements totaux, des eaux Extérieure et Vivier est capable d'incorporer un mélange d'acides aminés marqués.
L'addition d'antibiotiques se traduit par un arrêt de la productivité exprimée en incorporation de thymidine. Il semble y avoir un décalage entre l'influence de l'antibiotique sur l'incorporation de thymidine (paramètre marqueur de la division cellulaire) et son rôle sur le développement relatif des cellules cultivables (paramètre indicateur de "l'état" des peuplements bactériens). En effet, les bactéries cultivables sont en augmentation dès la 10ème heure de contact (temps nécessaire à leur adaptation vis à vis de l'antibiotique) alors que l'incorporation de thymidine est encore négligeable au temps 24 heures.

Le développement bactérien observé sur milieu de culture correspondrait donc à deux étapes; adaption initiale et progressive des bactéries au stress lié à l'antibiotique puis secondairement phénomène de division cellulaire (Figure 1, phase 1 de 0 à 24 heures et phase 2 de 24 à 48 heures). Toutefois, il est nécessaire de rappeler que la mesure de productivité ne reflète pas totalement le peuplement bactérien placé dans les conditions in situ. En effet, cette productivité est mesurée en sac à dialyse, donc en absence de prédateurs mais aussi sans tenir compte des apports particulaires (y compris bactérien) liés aux algues fourrage. Ces dernières peuvent peuvent représenter 10^4 à 10^5 bactéries viables par ml.

Comparativement à l'eau de mer, l'eau de l'élevage larvaire favorise l'apparition de bactéries mieux adaptées à la croissance sur un milieu enrichi tel que le milieu 2216E. Ainsi, au cours de l'élevage

les bactéries cultivables qui ne représentent que quelques pourcents des cellules au temps initial se trouvent favorisées et finissent par représenter jusqu'à 100% des peuplements après 48 heures. Le pourcentage de bactéries cultivables, en fin de cycle, est assez variable d'une année à l'autre (de 60 à 100%) et pourrait refléter la variabilité des souches sélectionnées. Ces phénomènes de sélectivité des souches en cours d'élevage mais aussi de variabilités des taxons sélectionnés d'une année à l'autre se trouvent confirmés par l'analyse taxonomique et les dendrogrammes qui en sont issus. Parallèlement aux modifications dans la structure des peuplements bactériens il est observé un accroissement du volume des bactéries présentes dans l'eau et des phénomènes d'aggrégation.

Bien que les peuplements bactériens qui se développent dans les deux eaux n'ont pu être différenciés ni d'un point de vue quantitatif ni d'un point de vue qualitatif, il apparaît des différences dans la cinétique de croissance des bactéries et dans l'intensité des potentialités de réponses vis à vis de la matière organique. Cette réponse différente des populations bactériennes présentes dans l'eau du vivier, générées par la stabulation et mises en évidence par les conditions d'élevage, se traduit par une rapidité et une plus grande intensité de réaction aux apports organiques, que constituent les apports larvaires et algaux. A l'opposé, les bactéries présentes dans l'eau extérieure réagissent mieux à l'absence de substrat organique, comme l'ont démontré les essais expérimentaux avec addition d'extraits de levure.

L'hypothèse d'une adaptation à un environnement enrichi pour les peuplements bactériens du vivier (la concentration organique y est deux fois plus élevée en période estivale) peut être avancée. Cette présélection (ou préadaptation) permettrait aux bactéries de réagir après une phase de latence réduite aux conditions du cycle d'élevage.

Le facteur de conversion entre l'incorporation de thymidine et le nombre de bactéries produites que nous avons obtenu à partir de conditions in situ est nettement plus faible que celui habituellement rencontré dans la littérature; 2 à 4.10^{18} bactéries par mole de thymidine (Fuhrman et Azam, 198; Moriarty, 1986) contre $0,3.10^{18}$ bactéries/mole TdR estimé dans notre étude. Cette valeur faible peut s'expliquer par le volume cellulaire élevé des bactéries présentes dans les eaux d'élevage. En effet, ce volume cellulaire moyen plus élevé que dans le cas des bactéries marines pourrait être associé à un génome plus important.

Si l'on se réfère au modèle mathématique qui prend en compte la biomasse initiale des bactéries, le taux de division et la disponibilité en substrat organique, un ajustement aux données expérimentales est possible si l'on considère les taux de multiplication obtenus par incorporation de thymidine. Ce modèle met en évidence que la concentration bactérienne finale n'est que peu sensible au broutage larvaire mais par contre est fortement influencée par la concentration en substrat disponible et par la

concentration bactérienne initiale. Si nous appliquons au modèle les données caractéristiques des deux eaux et les taux de croissance maxima observés en juin 1987, il est possible d'estimer le broutage optimal par les larves de *Pecten maximus* . Les valeurs calculées pour les deux eaux sont respectivement de 2.10^3 et 5.10^5 bactéries par 24 heures et par litre. Dans ce dernier cas pour lequel toutes les conditions optimales sont remplies, l'apport que pourrait représenter l'ingestion bactérienne par les larves de Pecten maximus serait équivalente à 20% de l'apport algal en carbone.

Les données disponibles sur l'apport que peuvent représenter les bactéries varient d'un auteur à l'autre. ainsi Stuart et al., 1982 suggèrent que les bactéries ne peuvent pas constituer un apport carboné conséquent pour les animaux marins en raison de leur faible efficacité de conversion des substrats carbonés. En parallèle, Seiderer et Newell (1985) pensent qu'elles pourraient mieux répondre aux besoins azotés des bivalves que ne le font les algues (le rapport C/N est en effet, dans ce cas plus favorable; de 6,6 pour les algues il n'est que de 3,5 pour les bactéries). Cette possibilité de rétention des bactéries, considérées en tant que particules de petite taille, est plus élevée chez la larve de bivalves qu'elle ne l'est chez l'adulte (Wilson, 1980).

Samain et al., 1987 ont relié l'optimisation de la croissance larvaire de *Pecten maximus* élevé dans l'eau de mer stabulée en vivier à la présence de particules de petite taille, comprises entre 0,22 et 1 µm. Il semble difficile d'assurer que cet apport soit uniquement d'ordre bactérien, d'autant que les essais concernant les élevages de larves de bivalves en conditions axéniques ont donné des résultats contradictoires.
En supplément à cet apport direct, le rôle des bactéries en tant que source de facteurs de croissance est également à envisager. En effet, elles sont susceptibles de rejeter dans le milieu des substances dissoutes telles que acides aminés, carbohydrates, et vitamines (Kurata, 1986).

CONCLUSION

Ces études ont montré que les bactéries présentes dans une eau de mer mise en stabulation présentent des potentialités de réponses plus élevées que celles de l'eau de mer d'origine. Le maintien de cette eau en système clos pourrait correspondre à une maturation des peuplements bactériens. Toutefois l'extrême variabilité des données de productivité conduit à penser qu'un apport quantitatif ne peut être seul responsable du phénomène. La recherche d'un effet probiotique est rendu difficile par l'absence d'une souche dominante identique d'un cycle à l'autre.

Brown C., 1981-A study of two shellfish-pathogenic *Vibrio* strains isolated from a long island hatchery during a recent outbreak of disease. *J. Shellfish Res.*,1: 83-87

Buestel D., Cochard J.C., Dao J.C. et Gerard A., 1982 - Production artificielle de naissain de coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus*; premiers résultats en rade de Brest. , 4: 24-28

Fuhrman J.A. et Azam F., 1982 - Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface waters: Evaluation and field results. *Mar. Biol.*, 66: 109-120

Hagstrom A., Azam F., Andersson A., Wikner J. et Rassoulzadegan F., 1988 - Microbila loop in a oligotrophic pelagic marine ecosystem/possible roles of cyanobacteria and nanoflagellates in the organic fluxes.

Hobbie J.E., Daley R.J. et Jasper S., 1977 - Use of nuclepore filters for counting bacteria by epifluorescence microscopy. *Appl. Envir. Microbiol.*, 33:1225-1228

Jeanthon C., Prieur D. et Cochard J.C., 1988 - Bacteriological survey of antibiotic-treated sea waters in a Pecten maximus hatchery. *Aquaculture*, 71:1-8

Kurata A., 1986 - Production and consumption of B group vitamins *in situ*. In, *Act. de Coll. N° 3, 2nd Coll Int. Bact. Mar. (Brest) 1984)*, edited by GERBAM, IFREMER, CNRS : 169-174

Loosanoff V.L. et Davis H.C., 1963 - Rearing of bivalve mollusks. In: F.S. Russel (Ed), *Advances in Mar. Biol., Vol 1, Academic Press,London* :pp1-136

Mc Henery J.G. et Birkbeck T.H., 1985 - Uptake and processing of cultured microorganisms by bivalves. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 90: 145-163

Mengus B., 1978 - Rôle des bactéries dans l'alimentation de larves de mollusques bivalves marins en élevages expérimentaux. *Thèse de 3ème cycle Oceanog. Biol.*, Aix-Marseille, 11: 135p

Moriarty D.J.W., 1986 - Measurements of bacterial growth rates in aquatic systems from rates of nucleic acid synthesis. In advances in Microbiol ecology *Marshall K.C. Ed). Vol 9, Plenum Press:* pp245-292

Newell S.Y. et Christian R.R., 1981 - Frequency of dividing cells as an estimator of bacterial productivity. *Appl. Envir. Microbiol.* 42 (1): 23-31

Oppenheimer C.H. et Zobell C.E., 1952 - The growth and viability of sixty three species of marine bacteria as influenced by hydrostatic pressure.
Mar. Res., 11: 10-18

Prieur D., Mevel G., Nicolas J.L., Plusquellec A. et Vigneulle M., 1990 - Interactions between bivalve molluscs and bacteria in the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 28: 277-352

Rivkin R.B., 1986 - Incorporation of tritiated thymidine by eucaryotic microalgae. *J. Phycol.*, 22: 193-198

Samain J.F., Cochard J.C., Chevolot L., Daniel J.Y., Jeanthon C., Le Coz J.R., Marty Y., Moal J., Prieur D. et Salaun M., 1987 - Effet de la qualité de l'eau sur la croissance larvaire de Pecten maximus en ecloserie: Observations préliminaires. *Haliothis,* 16: 363-381

Seiderer L.J. et Newell R.C., 1985 - Relative significance of phytoplankton, bacteria and plant detritus as carbon and nitrogen resources for the kelp bed filter-feeder *choromytilus meridionalis. Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 22 : 127-139

Simon M. et Azam F., 1989 - Protein content and protein synthesis rates of planktonic marine bacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 51: 201-213

Sokal D.M. et Michener C.D., 1958 - A statistical method for evaluating systematic relation-ship. *Univ Kansas Sci. Bull.*, 38: 1409-1438

Trousselier M. et Legendre P., 1981 - A functional evenness index for microbial ecology. *Microb. Ecol.*, 7: 283-295

Ward, Weller, Bateson, 1990 - 16S r RNA sequences reveal numerous uncultured microorganisms in a natural community. *Letters to nature. Nature* (345) : 63-65

Wilson J.H., 1980 - Particle retention and selection by larvae and spat of *Ostrea edulis* in algal suspension. *Mar. Biol.*, 57 : 135-145

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 21-30

2

LA DENSITE, UN CRITERE DE QUALITE APPLICABLE EN ECLOSERIE AUX EMBRYONS DE *PECTEN MAXIMUS* (MOLLUSQUE BIVALVE)

FAURE C.[1], DEVAUCHELLE N.[1] et DORANGE G.[2]

[1]*Laboratoire Mollusques PMDC, IFREMER, Centre de Brest, BP 70, 29280 PLOUZANE*

[2]*Laboratoire de Biologie Marine, Faculté des Sciences, 29287 BREST Cédex*

RESUME : La qualité des embryons de *Pecten maximus*, apparaît très variable en écloserie, ce qui se répercute sur les élevages larvaires. Cette variabilité dépend des qualités intrinsèques des reproducteurs mais aussi des méthodes de conditionnement et de ponte. En écloseries, il est souhaitable de disposer d'un test simple, permettant de juger rapidement de la qualité globale d'une ponte. La mesure de densité des embryons, évaluée à partir de centrifugations isopycniques sur gradient de percoll préformé semble répondre à cet objectif. En effet, les embryons de deux heures se répartissent en trois strates lors d'une centrifugation, à des densités de 1,018 à 1,075. La strate intermédiaire, est constituée des embryons les plus compétents à se développer. L'épaisseur relative de cette strate intermédiaire est corrélée à la survie des larves à 2, 9 et 16 jours ainsi qu'à la croissance entre 2 et 23 jours et constitue donc un bon indicateur de la qualité des pontes.

Mots clés : embryon, *Pecten maximus*, gradient densité, qualité

THE DENSITY, AN INDICATOR OF QUALITY APPLICABLE IN HATCHERIES FOR THE *PECTEN MAXIMUS* EMBRYOS

ABSTRACT : *The quality of the scallop embryos is determined by the spawners characteristics as well as by the external factors they support during the maturation and the spawning phases. All these parameters are not still well controlled during the artificial conditioning in the hatcheries. As a consequence, the quality of the embryos is drastically variable and with them, the larvae performances in terms of survival and growth rates. It would be interesting to get a simple and quick test which would allow the estimation of the spawns quality. The embryos density, evaluated by isopycnic centrifugation of percoll medium, is well adapted to this objective. Actually, a centrifugation of embryos two hours after fertilization separates them in 3 stratum with their density ranging from 1,018 to 1,075. The medium stratum contains the best embryos. The relative thickness of this medium stratum is positively correlated with the larvae survival at day 2, 9 and 16, and with the larvae growth between day 2 and day 23. That is why the thickness of this medium stratum is a good indicator of the quality of the spawning.*

Keywords : embryo, *Pecten maximus*, density stratum, quality

I INTRODUCTION.

La coquille Saint-Jacques, *Pecten maximus* L., est un Mollusque Bivalve de haut intérêt commercial en France. La diminution des stocks naturels de cette espèce a conduit à sa production en écloserie pour tenter d'assurer le repeuplement des zones surexploitées (Boucher et Dao, 1989).
Cependant, une forte variabilité des performances d'élevages larvaires menés en écloserie peut être mise en évidence. L'action de deux types de facteurs (intrinsèques et extrinsèques) se répercute sur les caractéristiques de ponte : rythme, fécondité et qualité des gamètes émis puis des embryons ou larves (Cochard et Devauchelle, sous presse ; Devauchelle et Mingant, sous presse). La qualité des gamètes, quant à elle, a un impact sur le développement larvaire et le recrutement. Néanmoins, ces facteurs ne sont pas tous contrôlés actuellement. Par ailleurs, l'obtention de gamètes de coquille Saint-Jacques en écloserie nécessite une stimulation artificielle des géniteurs qui selon le moment de la gamétogenèse auquel elle intervient, introduit une source supplémentaire de variabilité dans la qualité des ovocytes (Dorange, 1989).

Dans l'attente d'un meilleur contrôle de la maturation et de la ponte par le biais d'une amélioration du conditionnement des géniteurs, il est nécessaire pour les écloseries de disposer d'un indicateur de qualité des ovocytes. Des recherches antérieures de critères de qualité des ovocytes de Bivalves ont porté sur les relations entre les performances des élevages larvaires et la charge lipidique des gamètes femelles appréciée par coloration vitale (Gallager et al., 1986) ou par cytochimie couplée à l'analyse d'image (Paulet et Dorange, 1988 ; Dorange et al., 1989 ; Gueguen, 1989 ; Le Pennec et al., sous presse). L'objectif de notre travail a été de tenter de mettre au point un test simple, rapide, applicable directement en écloserie permettant de juger de la qualité globale d'une ponte donc de prédire la réussite de l'élevage larvaire. Le critère que nous avons retenu est la densité des embryons deux heures après fécondation.

II MATERIEL ET METHODES.

Des reproducteurs de deux origines géographiques (rade de Brest et Baie de Saint-Brieuc), conditionnés ou non conditionnés, ont été stimulés thermiquement pour déclencher l'émission des gamètes. Deux heures après fécondation croisée, un million d'embryons ont été prélevés sur tamis de 20 µm et déposés à la surface d'un gradient de percoll préformé. La préformation a été effectuée par centrifugation à 30 000 g pendant vingt minutes. Le milieu était constitué de 66 % d'eau de mer filtrée à 1 µm et de 34 % d'une solution mère contenant 9 volumes de percoll pur pour un volume d'eau de mer filtrée à 1 µm. L'ensemble embryons-percoll préformé a été centrifugé à 3000 g pendant vingt minutes, permettant la migration des embryons à leur densité propre.

Des embryons ont été prélevés dans le gradient de percoll à chaque niveau après stabilisation pour une observation en microscopie photonique directe d'une part et pour un examen sur coupes semi-fines d'autre part. Les embryons destinés à l'examen sur coupes semi-fines ont été concentrés par centrifugation à 50 g pendant quinze minutes et ont subi une double fixation glutaraldéhyde 2,5 % puis tetroxyde d'osmium 1 % en tampon cacodylate 0,2 M pH 7,2 (ajusté à 1300 mOsmoles par NaCl). Après déshydratation, ils ont été inclus en résine de Spurr (1969). Les coupes semi-fines de 1 µm d'épaisseur ont été colorées au bleu de toluidine.

En parallèle, des aliquotes de même origine que les embryons centrifugés sur percoll ont été mis directement en élevage en eau de mer stagnante filtrée à 1 µm. L'élevage a fait l'objet d'un suivi régulier de la **survie** et de la **croissance** à 2, 9, 16 et 23 jours.

Des relations statistiques ont été recherchées entre l'épaisseur relative des bandes (= couches) d'embryons dans le percoll et les paramètres de l'élevage, au moyen de tests de régression et de F-tests. L'épaisseur relative d'une bande est définie comme le rapport entre son épaisseur et celle de toutes les bandes cumulées.

III RESULTATS.

1. Centrifugation isopycnique sur gradient de percoll.

Les expériences montrent que quelle que soit la ponte, les embryons se répartissent en plusieurs couches sur le gradient (tableau 1). L'examen direct et l'observation des coupes semi-fines (rendue difficile par la présence de stries dues à la silice résiduelle constitutive du percoll) permettent en fait de les regrouper en trois strates principales (tableau 1) :

- une strate supérieure de densité 1,018 à 1,035,
- une strate intermédiaire de densité 1,035 à 1,051, pouvant même parfois exceptionnellement se prolonger jusqu'à 1,062 dans le cas des meilleures pontes (tableau 1, ponte n°1, coquille 3),
- une strate de densité 1,050 à 1,075, remontant parfois vers des densités plus faibles dans le cas des plus mauvaises pontes (tabl.1 : ponte n°1, coquille 1 ; ponte n°2, coquille 6).

La strate supérieure (de densité 1,018 à 1,035), apparaît constituée de une à trois couches de débris cellulaires, d'enveloppes vitellines, ou d'ovocytes altérés à des degrés variables (pl.1, ph.1, ph.2 et ph.3).
La **couche de surface** de densité peu élevée, renferme les débris de la lyse ovocytaire : enveloppes et quelques organites cellulaires (pl.1, ph.1).
Dans la **bande sous-jacente**, des ovocytes atrésiés au contenu anormalement clair sont présents (pl.1, ph.2), mais le stade de dégénérescence est moins avancé que dans la couche précédente. Dans la **couche de plus haute densité**, seul un début d'atrésie est visible (pl.1, ph.3).
La strate intermédiaire (intervalle de densité 1,035 à 1,051), contient des embryons d'aspect globalement normal (pl.1, ph.4).
La **subdivision en couches** de cette strate est due essentiellement à un stade de développement embryonnaire plus ou moins évolué. Les embryons les plus développés apparaissent aux densités plus élevées. Une réserve doit cependant être faite concernant la définition des limites de cette strate intermédiaire : dans le cas de la coquille 1 de la ponte n°1 (tableau 1), toutes les couches de la strate ne contenaient pas forcément des embryons viables. L'observation en microscopie photonique a en effet montré qu'une couche d'embryons anormaux était présente. Il apparaît donc nécessaire de coupler le calcul des épaisseurs relatives à l'observation de l'état des embryons au microscope photonique. Toutefois, ces bandes qui pourraient prêter à confusion, sont d'épaisseur très faible, ce qui minimise l'erreur.
La strate inférieure (densité 1,050-1,075), est constituée d'ovocytes qui semblent être, sur les coupes semi-fines, de plus petite taille, hypercolorables, rétractés, parfois altérés (pl.1, ph.5). Ces ovocytes, également repérés par examen direct, ont été mesurés. Une vérification statistique sur 60 échantillons a confirmé leur taille (33,0 µm ± 3,5)

PLANCHE 1.

Photos 1-5 : coupes semi-fines (colorées au bleu de toluidine) des prélèvements provenant des strates (et couches) du gradient de percoll.
Echelle : 50 µm.

Photo 1, 2 et 3 : strate supérieure (1,018 à 1,035).

Photo 1 : couche P1 (la plus haute dans le tube). On note la présence d'innombrables enveloppes ovocytaires "nues" (→). Quelques ovocytes très altérés sont aussi présents (Oly).

Photo 2 : couche P2 sous-jacente. Des enveloppes "nues" sont encore visibles (→). Mais ce sont essentiellement des ovocytes atrésiés qui sont observés (Oly).

Photo 3 : couche P3 (couche de la strate supérieure la plus profonde). Quelques débris sont encore visibles (→). Les ovocytes (Oly) sont altérés mais le stade de dégénérescence est moins évolué que dans la couche P2.

Photo 4 : strate intermédiaire (1,035 à 1,051). Jeunes embryons d'aspect normal. On notera cependant la dilatation des espaces intercellulaires (→).

Photo 5 : strate inférieure (1,050 à 1,075) essentiellement constituée de petits ovocytes rétractés (→).

Photos 6-8 : anomalies observées sur les coupes semi-fines.
Echelle : 20 µm.

Photo 6 : embryon dont les espaces intercellulaires sont anormalement dilatés (→).

Photo 7 : embryon au contenu anormalement polarisé (→).

Photo 8 : ovocytes rétractés dépourvus d'enveloppe (→).

PLANCHE I

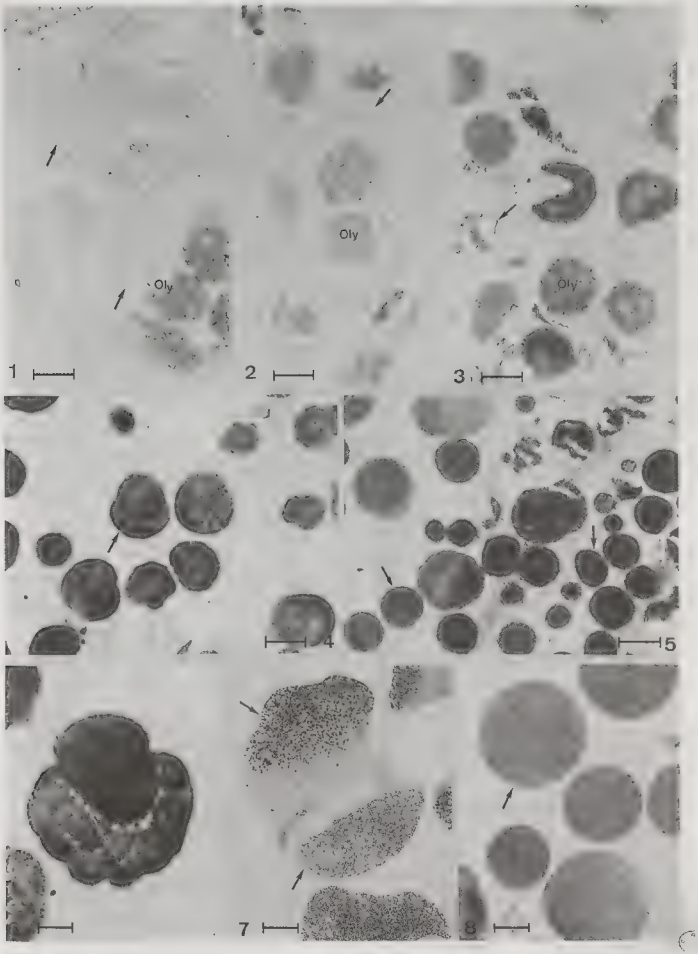
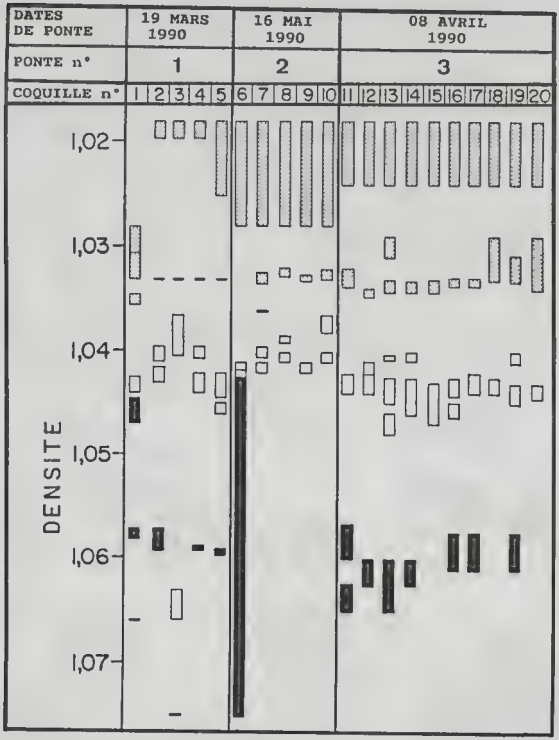


TABLEAU 1. REPARTITION DES DIFFERENTES STRATES SUR GRADIENT DE PERCOLL.



inférieure à celle des ovocytes présents dans la strate intermédiaire (67,5 µm ± 4,7).

Dans tous les cas étudiés, les couches apparaissent constituées d'embryons de qualité croissante (dont les caractéristiques cytologiques s'améliorent) au fur et à mesure que l'on descend dans le tube vers de hauts niveaux de densité, à l'exception cependant de la couche la plus profonde.

Cependant, l'examen des coupes semi-fines des "bonnes strates" révèlent des images anormales d'embryons :

- au contenu polarisé (pl.1, ph.7),
- dont les espaces intercellulaires sont dilatés (pl.1, ph.4 et ph.6),
- parfois dépourvus d'enveloppes (pl.1, ph.5 et ph.8).

2. Elevages larvaires.

Les taux de survie et la croissance (figurant en abscisse des graphes 1, 2, 3 et 4) apparaissent très variables en fonction des dates de ponte et en fonction des individus pour une ponte donnée. Cela était d'ailleurs souhaité dans le cadre de ce travail.

3. Relations entre les résultats de la centrifugation isopycnique sur gradient de percoll préformé et les paramètres d'élevage.

Une régression logarithmique a été calculée entre l'épaisseur relative de la strate intermédiaire contenant des embryons d'apparence normale et la survie à **deux jours** (taux d'éclosion) :

Epaisseur relative = a log (Taux d'éclosion) + b

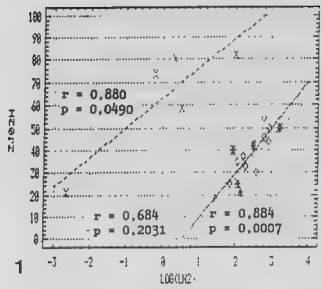
Les coefficients de corrélation (0,880, 0,684 et 0,884 respectivement pour la ponte n°1, n°2, et n°3) sont significatifs et les probabilités d'erreurs (0,0490, 0,2031 et 0,0007) sont minimes (graphe 1).

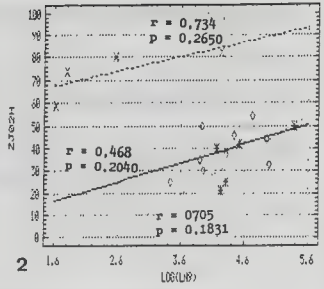
Une ponte dont le taux d'éclosion est élevé (tableau 1, coquille 10, ponte 2 par exemple), est caractérisée par une épaisseur importante de la strate intermédiaire (densité 1,035-1,051) tandis que la strate supérieure (de 1,018 à 1,035) et celle du fond (de 1,050 à 1,075) sont de faible épaisseur.

Au contraire, pour une mauvaise ponte (tableau 1, coquille 6, ponte 2), l'épaisseur relative de la strate intermédiaire (1,035-1,051) est faible alors que celle de la strate supérieure (1,018-1,035), par ailleurs constituée dans ce cas de plusieurs sous-couches, est forte.

Les relations entre l'épaisseur relative de la strate intermédiaire et les taux de survie des larves à **9 et 16 jours** sont elles aussi significatives. Les coefficients de corrélation sont cependant inférieurs à ceux obtenus le deuxième jour (graphes 2 et 3). Ils sont surtout plus variables d'une ponte à l'autre : par exemple pour la ponte n°3 la relation n'est pas significative (coefficient de régression = 0,468). Dans tous les cas, la corrélation est toutefois meilleure **au seizième jour** qu'au **neuvième jour**, de manière inattendue. L'origine de ces phénomènes n'a pu être expliquée.

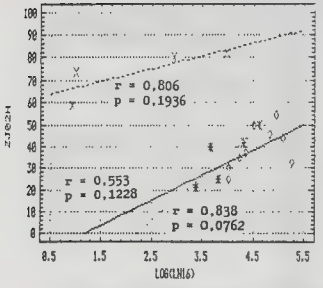
Une relation inverse significative apparaît entre l'épaisseur de la strate intermédiaire et la croissance des larves **entre 2 et 23 jours** (graphe 4). La variabilité inter-pontes est toutefois élevée : la relation est très significative pour la ponte n°1 (coefficient de régression (r) = -0,916), elle l'est un peu moins pour la ponte n°2 (r = -0,800) et n'existe pas pour

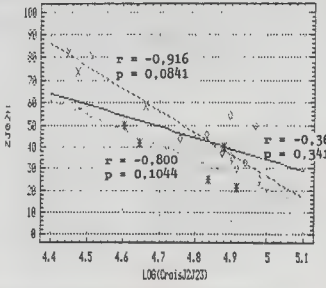




GRAPHE 1. Régression entre l'épaisseur de la strate intermédiaire (ZJ02H) et le taux de survie des larves normales à 2 jours (LN2).

GRAPHE 2. Régression entre l'épaisseur relative de la strate intermédiaire (ZJ02H) et le taux de survie des larves normales à 9 jours (LN9).





GRAPHE 3. Régression entre l'épaisseur relative de la strate intermédiaire (ZJ02H) et le taux de survie des larves normales à 16 jours (LN16).

GRAPHE 4. Régression entre l'épaisseur relative de la strate intermédiaire (ZJ02H) et la croissance des larves entre 2 et 23 jours (CrJ2J23).

Ponte n°1	X	19 Mars 1990
Ponte n°2	*	08 Avril 1990
Ponte n°3	◇	16 Mai 1990

r = coefficient de corrélation
p = probabilité d'erreur

la ponte n°3 (r = -0,360). Pour les pontes n°1 et n°2, les ajustements sont fiables statistiquement. Cette corrélation inverse traduit une excellente survie des larves provenant de pontes de bonne qualité dont la croissance est cependant freinée compte tenu de leur forte concentration dans les béchers. Il s'agit donc d'une relation indirecte entre croissance et densité.

Aucune corrélation n'est mise en évidence entre l'épaisseur des strates d'embryons dans le percoll et les taux d'anomalies larvaires.

IV DISCUSSION ET CONCLUSION.

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'expérience équivalente sur cette espèce ou sur d'autres espèces de Bivalves permettant de disposer d'éléments de comparaison pour les relations établies au cours de ce travail. Mais ces relations (corrélation entre épaisseur des strates et réussite des élevages) peuvent logiquement s'expliquer par l'état de maturité variable des ovocytes au moment de l'émission (immaturité, maturité, ou surmaturité) et dépendent probablement de la composition chimique des embryons et/ou de l'état de leur enveloppe vitelline, dont la fragilité peut d'ailleurs être révélée par la centrifugation. Chez les poissons marins, ce type de relations est aussi soupçonné (Devauchelle et al., 1988). Des études complémentaires, d'ordre biochimique notamment, s'avèrent nécessaires pour expliquer les différences de densité des embryons.

Le test sur gradient de percoll paraît être un bon indicateur de la qualité des pontes : l'épaisseur relative de la strate intermédiaire (densité 1,035 à 1,051) contenant des embryons d'apparence normale permet de prédire la réussite d'un élevage.

Cette technique possède de nombreux avantages. Elle est facile à mettre en oeuvre en écloserie. Les gradients de percoll précentrifugés peuvent être conservés plusieurs mois et le matériel nécessaire n'est pas extrêmement sophistiqué. Bien que le percoll pur soit un produit coûteux, il faut mettre en regard son prix de revient avec celui de la main d'oeuvre et du matériel nécessaire à un élevage mené au minimum pendant deux jours. En effet, dans les écloseries, cette durée est nécessaire pour apprécier à posteriori la qualité d'une ponte, et pour prendre la décision d'arrêter ou de poursuivre un élevage. Le test sur percoll réduit le temps de décision à trois heures. Pour valider le test, les expériences doivent cependant être réitérées et devront être réalisées avec des pools d'embryons issus de plusieurs géniteurs afin de se placer dans les conditions réelles d'élevage en écloseries industrielles. Dans certaines expériences destinées à juger de l'effet sur les gamètes d'un traitement appliqué aux reproducteurs, cette technique pourrait avantageusement remplacer les élevages larvaires. Le test sur gradient de percoll pourrait également être utilisé pour trier des spermatozoïdes et des ovocytes destinés à la fertilisation ou des embryons à fort potentiel de développement à mettre en élevage, chez *Pecten maximus* ou chez d'autres espèces. Une technique similaire est d'ailleurs employée pour la purification des gamètes mâles humains dans le domaine de l'insémination artificielle (Lessley et Garner, 1983 ; Dravland et Mortimer, 1985 ; Kaneko et al., 1986 ; Le Lannou et Blanchard, 1988 ; Tampaichitr et al., 1988 ; Junca, 1990). Dans ce cas, une amélioration des techniques de centrifugation (paramètres de centrifugation et osmolarité du milieu employé) s'impose (Devauchelle et al., en préparation) car les observations sur coupes semi-fines ont révélé des problèmes

vraisemblablement liés aux conditions de centrifugation (dilatation, polarisation, absence d'enveloppe vitelline).

BOUCHER, J., DAO, J.C., 1989. Repeuplement et forçage du recrutement de la coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*). IN : "L'homme et les écosystèmes halieutiques et aquacoles marins", ed. J.P. TROADEC : 312-359.

COCHARD, J.C., DEVAUCHELLE, N., (sous presse). Controlled reproduction in hatchery of five *Pecten maximus* batches, from different origin.

DEVAUCHELLE, N., ALEXANDRE, J.C., LE CORRE, N., LETTY, Y., 1988. Spawning of Turbot (*Scophtalmus maximus*) in captivity. *Aquaculture*, 69 : 159-184.

DEVAUCHELLE, N., MINGANT, C., (sous presse). The intensive aquaculture of the scallop (*Pecten maximus* L.) : research status on the reproductive physiology.

DEVAUCHELLE, N., FAURE, C., DORANGE, G., (en préparation). Présentation d'une technique de séparation des gamètes ou des embryons de coquille Saint-Jacques.

DORANGE, G., 1989. Les gamètes de *Pecten maximus* L. (Mollusca, Bivalvia). Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Vol.I : 140 p, Vol.II : 33 planches.

DORANGE, G., PAULET, Y.M., LE PENNEC, M., COCHARD, J.C., 1989. Critères histologiques d'évaluation de la qualité des ovocytes émis par *Pecten maximus* (Mollusque Bivalve). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 309 (Série III) : 113-120.

DRAVLAND, J.E., MORTIMER, D., 1985. A simple discontinuous Percoll gradient procedure for washing human spermatozoa. *IRCS Med. sci.*, 13 : 16-17.

GALLAGER, S.M., MANN, R., SASAKI, G.C., 1986. Lipid as an index of growth and viability in three species of bivalve larvae. *Aquaculture*, 56 : 81-103.

GUEGUEN, F., 1989. Contenu lipidique et compétence des ovocytes émis chez *Pecten maximus* L. Rapport de D.E.A., Université de Bretagne Occidentale : 30 p.

JUNCA, A.M., 1990. Les techniques d'amélioration du sperme humain en vue de procréations médicalement assistées. *Contraception-fertilité-sexualité*, 18(1) : 15-24.

KANEKO, S., OSHIO, S., KOBANAWA, K., MOHRI, H., IIZUKA, R., 1986. Purification of human sperm by a discontinuous Percoll density gradient with an innercolumn. *Biol. Reprod.*, 35 : 1059-1063.

LE LANNOU, D., BLANCHARD, Y., 1988. Nuclear maturity and morphology of human sperm selected by Percoll density gradient centrifugation or swim-up procedure. *J. Reprod. Fert.*, 84 : 551-556.

LE PENNEC, M., GUEGUEN, F., COCHARD, J.C., PAULET, Y.M., DORANGE, G. Relations entre le contenu lipidique des ovocytes de *Pecten maximus* (Mollusque Bivalve) et les performances des larves en élevage. *Haliotis*, 20, sous presse.

LESSLEY, B.A., GARNER, D.L., 1983. Isolation of motile spermatozoa by density centrifugation in Percoll. *Gamete. Res.*, 7 : 49-61.

PAULET, Y.M., DORANGE, G., 1988. Etude du contenu lipidique des ovocytes émis de *Pecten maximus* L. Rapport scientifique. Contrat universitaire N° : 87.2.511035. P.N.D.R. Université de Bretagne Occidentale : 23 p.

SPURR, A.R., 1969. Low viscosity-epoxy-resine embedding for electron microscopy. *J. Ultrastruct. Res.*, 26 : 31-43.

TAMPHAICHITR, N., MILLETTE, C.F., AGULNICK, A., FITZGERALD, L.M., 1988. Egg-penetration ability and structural properties of human sperm prepared by percoll-gradient centrifugation. *Gamete research*, 20 : 67-81.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 31-40

3

INFLUENCE DE LA DENSITE ET DE L'AGE DES HUITRES JAPONAISES (*CRASSOSTREA GIGAS*) SUR LA CROISSANCE ET LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE EN BASSINS DE TERRE

BODOY A., GEAIRON Ph., GARNIER J., HEURTEBISE S.

Laboratoire Régional de Conchyliculture Loire-Gironde, BP 133, 17390 LA TREMBLADE (France).

RESUME : Dans des bassins traditionnels en terre (claires) deux situations différentes sur le plan de l'utilisation de la capacité nutritive ont été réalisées, en y installant des biomasses d'huîtres creuses adultes très différentes (100g.m^{-2} et 1kg.m^{-2} en poids total). Les croissances, l'évolution des composants biochimiques et l'état de maturation sexuelle ont été obervés sur deux classes d'âge, l'une âgée de 9 mois en début d'expérience et l'autre âgée de 21 mois. Ces biomasses ont induit des croissances significativement différentes, pour les deux classes d'âge. De même, l'évolution des composants biochimique a été très contrastée, notamment au niveau des teneurs en lipides qui en début d'expérience sont accumulés 2 fois plus vite, lorsque la biomasse est faible, et ce, pour les deux classes d'âge. Par contre, des différences dans les teneurs en glycogène n'apparaissent que pour les huîtres les plus âgées, avec un pic très marqué pour la biomasse la plus faible, et au contraire un chute concomittante pour la plus forte biomasse. La maturation sexuelle a été observée dans toutes les conditions. Les implications de ces résultats sur le cycle biologique en condition d'élevage sont discutées.

Mots clés : densité, âge, croissance, *Crassostrea gigas*, claires

CHANGES IN GROWTH, BIOCHEMICAL COMPOSITION AND REPRODUCTIVE CONDITIONS RELATED TO THE REARED BIOMASS AND THE AGE OF JAPANESE OYSTERS (*CRASSOSTREA GIGAS*)

***ABSTRACT** : Two different biomasses (100g.m^{-2} and 1kg.m^{-2}) of oysters were put in identical sea-water ponds, thus leading to different trophic conditions, corresponding to rearing techniques. Changes in growth, biochemical composition and sexual maturation were recorded for two age groups. The first one included 9 month-old oysters and the second one 21 month-old oysters, at the beginning of the experiment. For both age groups, significant differences were observed in growth and biochemical composition. Lipids were accumulated faster for the lower biomass. However, the only difference concerning glycogen was observed on the older oysters. They showed a peak at the lowest biomass and a decrease at the larger biomass. Sexual maturation was observed in every condition. These results were discussed with regards to the biological cycle under rearing conditions.*

Keywords : density, age, growth, *Crassostrea gigas*, sea water ponds

INTRODUCTION

Il a été démontré depuis longtemps que la quantité de nourriture effectivement disponible pour des bivalves filtreurs constituait un facteur essentiel pour leur croissance et pour la maturation sexuelle sur le plan quantitatif. Mais ce résultat a souvent été obtenu dans des conditions expérimentales, à l'échelle du laboratoire. Il se pose alors le problème de l'inférence aux conditions naturelles. En effet, il demeure difficile d'estimer ainsi l'action des différents facteurs susceptibles d'agir sur la croissance, en l'absence d'une démarche globale de type modélisation. Les valeurs des différents paramètres physicochimiques (Brown et Hartwick, 1988a et b), la quantité, la qualité et la disponibilité de la nourriture particulaire ou dissoute, l'intensité de la charge sestonique (Malouf et Breese, 1977) et la compétition trophique intra ou interspécifique sont autant de facteurs qui peuvent agir de façon significative sur la croissance observée. Cette complexité rend délicate l'interprétation des observations réalisées en conditions naturelles (Whyte et al., 1990), soumises par ailleurs à des fluctuations du milieu qui sont de grandes ampleurs, à l'échelle de temps des observations généralement étudiées (Héral et al., 1986).

Cependant, les lagunes côtières, parfois aménagées sous forme de bassins de terre, sont connues de longue date pour être propices à l'élevage (Korringa et Postma, 1957). Les huîtres notamment y rencontrent des conditions favorables (King, 1977 ; Manzi et al., 1977). Dans la région de Marennes-Oléron, la croissance de l'huître japonaise est très rapide (Deslous-Paoli, 1980) notamment pour les jeunes individus (Zanette et al., 1983), en raison de la fertilité de ce type de milieu (Robert et al., 1982).

Pour mettre en évidence, dans des conditions naturelles, l'effet de la quantité de nourriture sur la croissance des huîtres, il a été choisi de réaliser, au sein d'un écosystème de bassins de terre alimentés en eau de mer (claires), deux niveaux de disponibilité trophique. Ceci peut être obtenu soit en agissant sur l'apport, la production interne et le recyclage de la nourriture phytoplanctonique, soit en mettant en élevage, dans chacun des 2 bassins, des biomasses très différentes qui induiront, à quantité de nourriture égale au départ dans chaque bassin, de grandes différences dans la ration alimentaire disponible par individu. Dans le présent travail, deux biomasses de 0,1 kg d'huîtres par mètre carré dans un bassin et de 1 kg d'huîtres par mètre carré dans le second ont ainsi été installées. Comme la maturation sexuelle représente généralement un évènement très coûteux sur le plan énergétique, deux classes d'âge différentes (juvéniles âgés de 9 mois, qui dans les conditions trophiques de ce bassin d'élevage, présentent un effort relatif de reproduction très limité et individus en âge de maturer de 21 mois) ont été étudiées, afin d'analyser les conséquences de la quantité de nourriture disponible sur la maturation des gamètes. Pour obtenir ces informations, les fluctuations de la croissance, de la composition biochimique proximale et de la maturation sexuelle ont été analysées. La même expérience a servi à caractériser la charge énergétique adenylique des huîtres en fonction de la nourriture (Moal et al., sous presse).

MATERIELS ET METHODES

Les bassins de terre de 300 m^2 environ (fig. 1), sont alimentés à chaque marée haute d'un coefficient supérieur à 70. L'ensemble peut être submergé en période de vives-eaux. Une étude préliminaire (non publiée) a montré que ces bassins ne différaient pas entre eux sur le plan des performances de croissance de l'huître creuse. Les données climatologiques sont reprises du réseau de mesures géré par le Service Météorologique Départemental de Charente-Maritime.

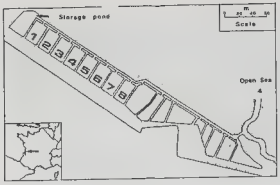


Figure 1 : Localisation et représentation des bassins expérimentaux (7 et 8)

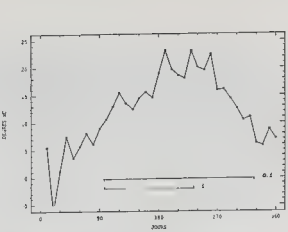


Figure 2 : Evolution des températures décadaires, pendant l'année 1988. Les traits horizontaux représentent la durée des expériences pour les densités de 0,1 kg/m^2 et 1 kg/m^2.

La quantité d'huîtres nécessaire pour obtenir une densité de 100 g.m^{-2} dans le premier bassin et de 1 kg.m^{-2} dans le second bassin a été répartie sur la totalité de la surface du sol des bassins (poids moyen individuel de 23,5 g et 21 mois d'âge). les huîtres faisant l'objet des prélèvements ont été installées dans des casiers en plastique, aisément accessibles sans perturber le sol des bassins. Les individus âgés de 9 mois avaient un poids moyen de 5 g au départ, et ceux âgés de 21 mois, un poids moyen de 23,5 g. Les prélèvements ont été effectués pendant la période de maturation, sur une durée de 4 mois, approximativement tous les vingt jours. Sur chacun des 10 individus par lot, prélevés à chaque fois, ont été mesurés le poids total vivant, le poids sec des chairs après lyophilisation et le poids des valves séchées à l'étuve (48 h à 60°C). L'indice de condition employé est celui proposé par Medcof et Needler (1941) (poids sec sur différence entre poids total et poids des valves). Il s'est avéré être le plus sensible pour cette espèce, de ceux étudiés par Bodoy et al. (1986). Les analyses biochimiques des constituants de la chair ont été effectuées selon les méthodes proposées par Deslous-Paoli (1980) : les protéines sont dosées selon la méthode de Lowry et al. (1951), les lipides totaux extraits selon le protocole établi par Bligh et Dyer (1959) sont ensuite dosés colorimétriquement selon la méthode de Marsh et Weinstein (1966). Quant aux glucides (sucres totaux) et au glycogène, ils sont dosés selon la méthode de Dubois et al. (1956). Le traitement statistique des données est effectué au moyen du logiciel Statgraphics. La variable retenue est un taux instantané de croissance calculé sur une durée de 135 jours, commune aux différentes conditions expérimentales (figure 2).

RESULTATS

Les températures moyennes décadaires de l'air pour l'année 1987, sont représentées figure 2. Elles donnent une bonne indication de la température du milieu d'expérience, les claires étant connues pour suivre de très près les fluctuations du milieu extérieur (Deslous-Paoli, 1980). Une exception notable concerne la 2ème décade de janvier, puisque malgré des températures inférieures à -5°C, les bassins n'étaient pas complètement gelés. Pendant la durée de l'expérience, les valeurs observées ont été supérieures à la moyenne sur trente ans pendant les mois d'été.

Pour les individus les plus âgés, l'évolution des paramètres biométriques (fig. 3) montre des différences très marquées selon les densités. Il s'est produit

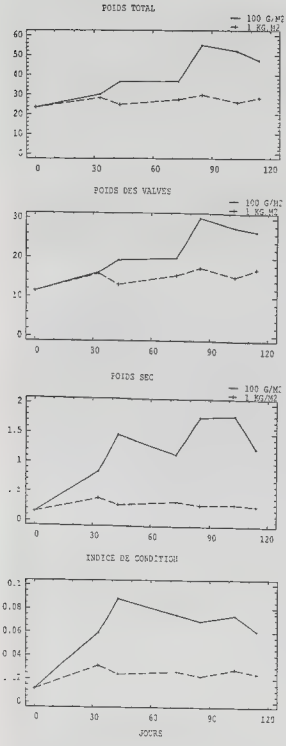


Figure 3 : Evolution des paramètres biométriques des huîtres âgées initialement de 21 mois.

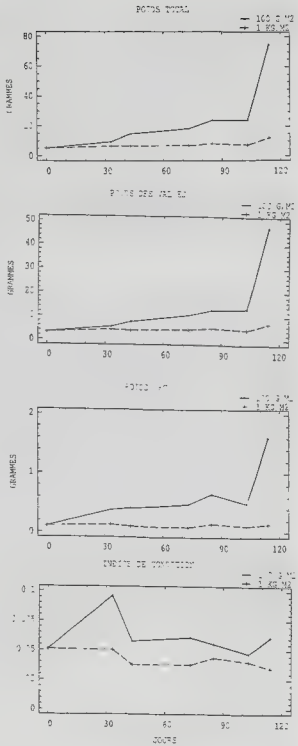


Figure 4 : Evolution des paramètres biométriques des huîtres âgées initialement de 9 mois.

une croissance très rapide jusqu'à la fin de l'été. La diminution temporaire de la croissance, observée en juin est particulièrement nette pour ce qui concerne le poids sec, à faible densité. Bien que très atténués, une diminution identique est observée, légèrement plus tôt, à forte densité. On observe une légère diminution de la croissance pour les individus maintenus à faible densité, alors qu'un phénomène opposé se produit à forte densité. Il en résulte, pour les poids secs un rapport de 4.71 entre les valeurs finales des deux densités. Pour les huîtres âgées de 9 mois en début d'expérience (fig. 4) les croissances prennent une allure linéaire pour les paramètres biométriques avec des différences encore plus marquées entre les deux densités, en fin d'expérience. A ce moment le rapport entre les poids secs est de 11,29. Seul le poids sec est caractérisé par une fluctuation notable survenant en juillet pour la plus faible densité.

Un calcul de l'évolution de la biomasse est possible pour les huîtres les plus âgées (fig. 5), dans la mesure où la charge des claires a été réalisée avec des huîtres de même poids initial. La mortalité globale ayant été inférieure à 5 %, les biomasses calculées dans les deux claires reflètent fidèlement l'évolution des poids moyens individuels. On constate qu'à la densité initiale de 0,1 kg/m^2, la biomasse double, de 0,1 à 0,203 kg/m^2, soit un accroissement de 0,103 kg.m^{-2}, tandis qu'à forte densité initiale, la biomasse a augmenté de 0,230 kg.m^{-2} en passant de 1 à 1,230 kg.m^{-2}. Si le poids moyen n'a que peu augmenté à forte densité, le gain de biomasse correspondant est par contre plus net qu'à faible densité.

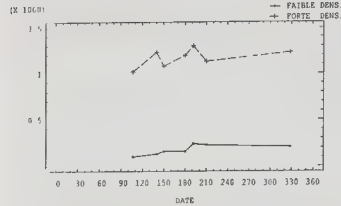


Figure 5 : Accroissement de la biomasse des huîtres âgées de 21 mois, pour les densités de 0,1 kg/m^2 et 1 kg/m^2.

La comparaison de l'action des facteurs étudiés sur différents paramètres de la croissance a fait l'objet d'analyses de variances (tableaux 1, 2 et 3). Il en ressort que les modalités des facteurs se traduisent généralement par des différences hautement significatives ($P < 0,01$) sur les taux instantanés d'accroissement, sauf pour le poids total, où la densité se traduit par une différence significative ($P = 0,0166 < 0,05$).

Tableau 1 : Analyse de la variance sur le poids total (taux instantané de croissance des individus, sur une durée de 135 jours) n = 35, * = différence significative au seuil de 5 %, ** = différence significative au seuil de 1 %.

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Niveau de signification
Effets principaux	0,0003891	2	0,0001946	55,29	< 0,001
Age	0,0003667	1	0,0003667	104,19	< 0,001
Densité	0,0000488	1	0,0000225	6,39	0,0166
Interaction	0,0004881	1	0,0004881	138,60	< 0,001
Résidus	0,0001126	32	0,0000035		

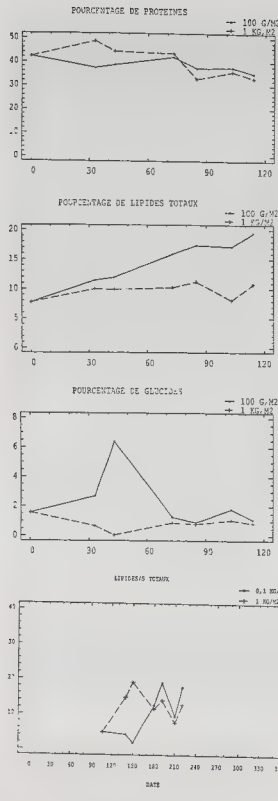


Figure 6 : Evolution des proportions relatives des principaux composés biochimiques et du rapport pondéral lipides/glucides pour des huîtres âgées initialement de 21 mois.

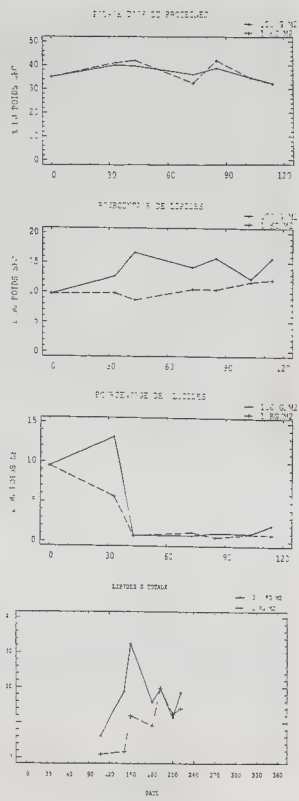


Figure 7 : Evolution des proportions relatives des principaux composés biochimiques et du rapport pondéral lipides/glucides pour des huîtres âgées initialement de 9 mois.

Tableau 2 : Analyse de variance sur la chair sèche des huîtres, n = 35. ** = différence significative au seuil de 1 %.

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Niveau de signification
Effets principaux	0,001601	2	0,000800	35,632	< 0,0001
Age	0,001131	1	0,001131	50,353	< 0,0001
Densité	0,000469	1	0,000469	20,911	< 0,0001
Interaction	0,000224	1	0,000224	9,974	0,0035**
Résidus	0,000719	32	0,000022		

Tableau 3 : Analyse de variance sur l'indice de condition, n = 35. ** = différence significative au seuil de 1 %.

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Niveau de signification
Effets principaux	0,001601	2	0,000800	35,632	< 0,0001
Age	0,001131	1	0,001131	50,353	< 0,0001
Densité	0,000469	1	0,000469	20,911	< 0,0001
Interaction	0,000224	1	0,000224	9,974	0,0035**
Résidus	0,000719	32	0,000022		

La composition biochimique des huîtres les plus âgées (fig. 6) montre des différences notables en fonction des densités, notamment au niveau des lipides. Ceux-ci représentent, dès le début, des teneurs relatives nettement supérieures pour les faibles densités. Ces teneurs sont même en constante augmentation, alors qu'à forte densité, une diminution notable se produit au mois de juillet, qui est simultanée avec l'émission des gamètes. Par contre, les autres composants biochimiques ne montrent en fin d'expérience que peu de différences en fonction des densités. On remarque pourtant, pour les glucides des évolutions opposées en début d'expérience, avec un pic très marqué à faible densité à la fin du mois de mai et simultanément une diminution à forte densité. Ces phénomènes se retrouvent au niveau des protéines, avec des aspects symétriques dus à la présentation relative des résultats, en pourcentage du poids sec.

Pour ce qui concerne les jeunes huîtres (fig. 7), la teneur en lipides évolue de façon différente ; après une augmentation très rapide, on remarque une baisse des teneurs qui se produit en 2 fois, puis une accumulation en fin d'expérience, pour la plus faible biomasse. A forte densité, on observe d'abord une diminution, puis une augmentation, c'est-à-dire un schéma inverse. Les teneurs finales sont stabilisées. Le pourcentage de glycogène commence par augmenter à faible densité, avant de chuter considérablement. A forte densité, cette chute est immédiate, et par la suite, dans les 2 cas, les teneurs demeurent très faibles (inférieures à 1 %). Quant aux protéines, les deux courbes suivent des fluctuations similaires : une augmentation initiale est suivie d'une phase en plateau, avec une diminution surprenante lors d'un prélèvement. Les teneurs diminuent par la suite, jusqu'à la fin de l'expérience.

DISCUSSION

La meilleure croissance relative a été observée pour la plus faible densité. S'il existe un rapport de 1 à 10 entre les deux densités, les différences de croissance observées ne sont pourtant pas dans un rapport de 1 à 10, et ceci en l'absence de compétition trophique, de la part d'autres espèces de filtreurs. Cependant si l'on exprime cette croissance, pour les huîtres les plus âgées, en terme de biomasse, on s'aperçoit que le gain de biomasse est double, à forte densité.

Pour ce qui concerne le rapport entre la nourriture disponible et la biomasse consommatrice, il ne semble donc pas qu'il y ait eu de diminution des rendements pour la plus forte densité. Dans des bassins ne présentant pas de différences significatives les uns par rapport aux autres quant aux performances de croissance des huîtres (Bougrier et Bodoy, en préparation), les différents termes de ce rendement présenteraient, à ces densités d'élevage, un bilan final en faveur de la plus forte densité. Le recyclage de la nourriture par les excrétats des huîtres est plus intense à forte densité (Robert et al., 1982). Mais dans le cas étudié, ce recyclage est en apparence compensé par la rapidité avec laquelle les cellules algales sont consommées, le temps disponible pour les divisions cellulaires étant plus restreint.

Les différences de croissance observées en fonction de l'âge sont tout-à-fait classiques pour des huîtres relativement jeunes. Elles demeurent très éloignées de la phase asymptotique de croissance (Spencer et al., 1978). On observe cependant des modifications importantes lors du dernier prélèvement. En effet, on constate alors une forte croissance des jeunes huîtres, à faible densité après l'émission des gamètes, qui correspond à un métabolisme intense (Malouf et Breese, 1977).

Sur le plan du cycle biochimique, le point le plus marquant concerne l'évolution du rapport lipides/glucides. Ce dernier est toujours supérieur à 1, il peut même atteindre des valeurs de 30. Ceci indique clairement la prépondérance quantitative des lipides par rapport aux glucides. Les voies biochimiques de la glycogenolyse aboutissant à la formation de lipides qui fonctionnent notamment au début de la maturation sexuelle (Gabbott, 1983), ont donc été, sur le plan quantitatif, bien moins importantes que l'apport de lipides par la voie alimentaire. Ceci est l'inverse de ce qui se passe en conditions trophiques déficientes (Riley, 1976) ou dans des bassins d'élevages surchargés (Deslous-Paoli et Héral, 1986 ; Héral et al., 1986), puisqu'on peut alors recalculer des rapports nettement inférieurs à 1. Pour les quatre modalités expérimentales, la chute du rapport en question, lors de l'avant-dernier prélèvement, pourrait être liée à une ponte des femelles composant la population, puisque les oeufs de *Crassostrea gigas* s'avèrent comme chez beaucoup de mollusques, très riches en lipides (Mann, 1979). Quant aux différences de teneurs en lipides observées entre les densités, la raison en est vraisemblablement liée à la différence de disponibilité trophique ainsi créée, qui se traduit donc par des teneurs en lipides différentes.

L'ensemble de ces constatations permet donc de conclure à un fonctionnement écologique de ces milieux, qui s'avère nettement plus favorable dans cette gamme de biomasse, que celui des zones traditionnelles de cultures sur l'estran. D'autre part, les croissances observées à chaque densité ne diffèrent pas aussi nettement qu'on aurait pu le supposer.

Bligh E.G., Dyer W.F., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37 : 911–917.

Bodoy A., Prou J., Berthomé J.P., 1986. Etude comparative de différents indices de condition chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. *Haliotis*, 15 : 173–182.

Brown J.R., Hartwick E.B., 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. I. Absolute and Allometric growth. *Aquaculture*, 70 : 231–251.

Brown J.R., Hartwick E.B , 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the pacific oyster *Crassostrea gigas*. II. Condition Index and survival. *Aquaculture*, 70 : 253–267.

Deslous–Paoli J.M., 1980. Contribution à l'étude de la biologie de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin et les claires de Marennes–Oléron. Thèse 3ème cycle, Univ. Aix–Marseille II, 121 p.

Deslous–Paoli J.M., Héral M., 1988. Biochemical composition and energy value of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultured in the bay of Marennes–Oléron. *Aquat. Living Resourc.*, 1 : 239–249.

Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebecs P.A., Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28 (3) : 350–356.

Gabbott P.A., 1983. Developmental and seasonal metabolic activities in marine Molluscs. In : P.W. Hochachka (Editor). The Mollusca vol. 2 : Environmental Biochemistry and Physiology. Academic Press, New–York : 165–217.

Héral M., Deslous–Paoli J.M., Prou J., Razet D., 1986. Relations entre la nourriture disponible et la production de mollusques en milieu estuarien : variabilité temporelle de la colonne d'eau. *Haliotis*, 16 : 149–158.

King M.G., 1977. Cultivation of the pacific oyster, *Crassostrea gigas* in a non–tidal hypersaline pond. *Aquaculture*, 11 : 123–136.

Korringa P., Postma H., 1957. Investigation into the fertility of the gulf of Naples and adjacent salt water lakes, with special references to shellfish cultivation. *Publ. Stn. Zool.*, Napoli, 29 : 229–284.

Lowry O.M., Roseborough N.I., Farrand A L., Randall R J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 263–275.

Malouf R.E., Breese W.P., 1977 Seasonal changes in the effects of temperature and water flow rate on the growth of juvenile pacific oysters *Crassostrea gigas* Thunberg. *Aquaculture*, 12 : 1–3.

Mann R., 1979. Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperatures. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 59 : 95–110.

Manzi J.J., Burrell V.G , Carson W Z., 1977 A comparison of growth and survival of subtidal *Crassostrea virginica* in south Carolina salt marsh impoundments. *Aquaculture*, 12 : 293–310.

Marsh J.B., Weinstein D.B., 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. lip. Res.*, 7 : 574–576.

Medcof J.C., Needler A.W.M., 1941. The influence of temperature and salinity on the condition of oyster (*Ostrea virginica*). *J. Fish. Res. Bd Canada*, 5 (3).

Moal J., Le Coz J.R., Samain J.F., Daniel J.Y., Bodoy A., 1991. Oysters adenylate energy charge : response to levels of food. *Mar. Biol.*, in press.

Riley R.T., 1976. Changes in the total protein, lipid, carbohydrate and extracellular body fluid free amino acids of the pacific oyster *Crassostrea gigas*, during starvation. *Proc. Natl. Shellfish Assoc.* 65 : 84–90.

Robert J.M., Maestrini S.Y., Héral M., Zanette Y., 1982. Production des micro–algues des claires ostréicoles en relation avec l'azote organique dissous excrété par les huîtres. Océanol. Acta, Proc. int. Symp. on coast. Lagoons, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, 8–14 Septembre 1981 : 389–395

Spencer B.E., Key D., Millican P.F. and Thomas M.J., 1978. The effect of intertidal exposure on the growth and survival of hatchery reared pacific oysters, *Crassostrea gigas*, kept in trays during their first on growing seasons. *Aquaculture*, 13 : 191–203.

Whyte J.N.C., Englar J.R., Carswell B.L., 1990. Biochemical composition and energy reserves in *Crassostrea gigas* exposed to different levels of nutrition. *Aquaculture*, 90 · 157–172.

Zanette Y., Deslous–Paoli J.M., 1983 Intérêt du préélevage de l'huître *Crassostrea gigas* en claire. Sciences et Pêches. *Bull. Inst. Pêches Marit.*, 333 : 11–5.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 41-60

4

CROISSANCE DE L'HUITRE JAPONAISE *CRASSOSTREA GIGAS* EN CYLINDRE ROTATIF STANWAY. PREMIERS RESULTATS EN FRANCE

ROBERT R. et MAURER D.

Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Quai du Commandant Silhouette - 33120 ARCACHON

RESUME : Un nouveau système de prégrossissement et de grossissement de bivalves, le cylindre rotatif "Stanway", est en cours d'expérimentation dans le bassin d'Arcachon. Les premiers essais, réalisés en automne 1989 sur trois espèces de mollusques, ont mis en évidence l'intérêt de l'utilisation de cette technique pour *Crassostrea gigas*. A partir du printemps 1990, une étude de la croissance comparée d'huîtres, élevées en cylindre et en poches ostréophiles, a été entreprise. Les premiers résultats montrent que les gains en longueur et en poids sont inférieurs dans ces nouvelles structures, quel que soit l'âge initial des individus, naissain de 1 an ou huîtres de "18 mois". Par ailleurs, les taux de mortalité sont équivalents et inférieurs à 3%. Les performances de croissance observées dans les cyclindres paraissent donc moindres que celles obtenues par les techniques traditionnelles. Néanmoins l'amélioration sensible de la qualité gustative et de la morphologie des huîtres permet d'envisager l'utilisation de ces cyclindres rotatifs en phase finale d'élevage.

Mots clés : élevage, cylindre rotatif Stanway, *Crassostrea gigas*, bassin d'Arcachon

THE GROWTH Of THE JAPANESE OYSTER *CRASSOSTREA GIGAS* IN STANWAY CYLINDERS. FIRST RESULTS IN FRANCE

ABSTRACT : *A new method of oyster cultivation, the Stanway oyster cylinder, has been experimented in the basin of Arcachon since the autumn of 1989. The first observations on three species of juvenile bivalves showed that this system could be successfully used with the Japanese oyster* Crassostrea gigas. *A comparative study of the growth of this last species, reared in cylinders and oyster bags, has been carried out since spring 1990. The first results showed that the growth of juveniles and 18 months old oysters in cylinders is not a good as in bags. On the other hand, mortality did not differ between both techniques : less than 3%. This new system seems to be less efficient than the traditionnal French way of rearing oysters. However, an improvement in the quality of the mollusc has been observed : higher condition index and thick, clean, smooth, well shaped, nacreous shells. These cyclinders may be therefore used at the end of the rearing period to improve the quality of marketable oysters.*

Keywords : rearing methods, Stanway cylinders, *Crassostrea gigas*, basin of Arcachon

INTRODUCTION.

Si l'ostréiculture s'est récemment développée dans les états de Victoria grâce à *Ostrea angasi* et en Tasmanie où l'on élève *Crassostrea gigas*, la Nouvelle Galles du Sud reste encore la principale région ostréicole australienne (Anonyme, 1989; Anonyme, 1990 a). L'huître indigène, *Crassostrea commercialis*, y est presqu'exclusivement cultivée. Ses techniques d'élevage (surélévation) ont été décrites par Korringa (1976): le captage est effectué, dans des secteurs appropriés, sur des liteaux de bois, préalablement enduis de coaltar et assemblés entre eux pour former une structure en peigne. L'ensemble est maintenu sur des supports en bois de type table ostréicole, en zone intertidale, à hauteur de mi-marée. Au cours de la première année, les fagots ainsi constitués sont transférés dans des zones d'élevage. Afin d'optimiser la croissance des huîtres, les liteaux sont séparés les uns des autres dans le courant de la deuxième année. Les mollusques sont récoltés à partir de la troisième année et stockés dans des caisses, pour affinage. Les mortalités par prédation (poisson) et les pertes par dégrappage sont importantes. Elles sont estimées à 90% sur un cycle complet (Moxham, com.pers., 1990).

Bien que de nouvelles techniques d'élevage aient été recherchées (Wisely *et al.*, 1979 a, b, c, d, e; Wisely *et al.*, 1983), les méthodes décrites ci dessus sont encore actuellement largement employées. Une innovation récente dans ce domaine, le cylindre rotatif Stanway, est en voie de modifier l'ostréiculture traditionnelle dans cette région (Holliday *et al.*, 1988). Les essais réalisés à ce jour ont porté uniquement sur l'huître *Crassostrea commercialis* et principalement sur la phase de prégrossissement (Holliday *et al.*, 1990).

Ce système est testé dans le bassin d'Arcachon depuis 1989. Son intérêt a été recherché sur trois espèces de mollusques, en phase de prégrossissement et grossissement, comparativement à la poche ostréophile. Les premiers résultats de croissance et de mortalité sont exposés dans ce travail.

MATERIELS ET METHODES.

Le système Stanway est constitué d'un grillage plastique de forme tubulaire, de 1m de longueur et 32cm de diamètre, dont la maille est adaptée au prégrossissement ou à l'élevage. A chaque extrémité, un ou deux flotteurs circulaires, de même diamètre et de 8,5cm d'épaisseur, dotés d'excentriques, sont maintenus dans le grillage au moyen de clips. Les flotteurs sont reliés entre eux, au niveau des excentriques, par un axe latéral creux de 4cm de diamètre et de 1,20 m de longueur. Le cylindre ainsi constitué tourne librement autour de cet axe (Fig. 1). Les cylindres peuvent être disposés en ligne ou en parallèle. Dans ce dernier cas, une tige, passée à l'intérieur de l'axe, est fixée par ses extrémités sur des supports de type table ostréicole. Si au début, tiges et supports étaient en bois, des matériaux métalliques plus robustes ont été utilisés par la suite (Fig. 1). A basse mer le cylindre pend en dessous de son axe, puis remonte avec le flux grâce à ses flotteurs, pour terminer à la verticale à pleine mer; il redescend avec le reflux. A chaque marée le cylindre fait donc un tour complet autour de l'axe latéral.

Des essais préliminaires (prégrossissement automnal) ont été réalisés de septembre 1989 à mars 1990. Ils avaient pour but à la fois de tester la tenue de ce type de structure sur estran et d'aborder la croissance et la survie de *Ruditapes philippinarum*, d'*Ostrea edulis* et de *Crassostrea gigas* en cylindres et comparativement en poches ostréophiles. La palourde *Ruditapes philippinarum* vit habituellement dans le sédiment mais un prégrossissement hors sol, n'excédant pas 6 mois, est envisageable (Anonyme, 1988). Les deux premières espèces, originaires d'écloserie, constituaient à l'origine des lots homogènes. A l'inverse, il n'a pas été possible de calibrer le naissain de *Crassostrea gigas*, issu du captage 89 sur tuiles, réalisé dans le bassin d'Arcachon. Le plan expérimental suivant a été retenu:

Ruditapes philippinarum: 3 poches et 3 cylindres
Ostrea edulis : 3 poches et 3 cylindres
Crassostrea gigas: 1 poche et 1 cylindre.

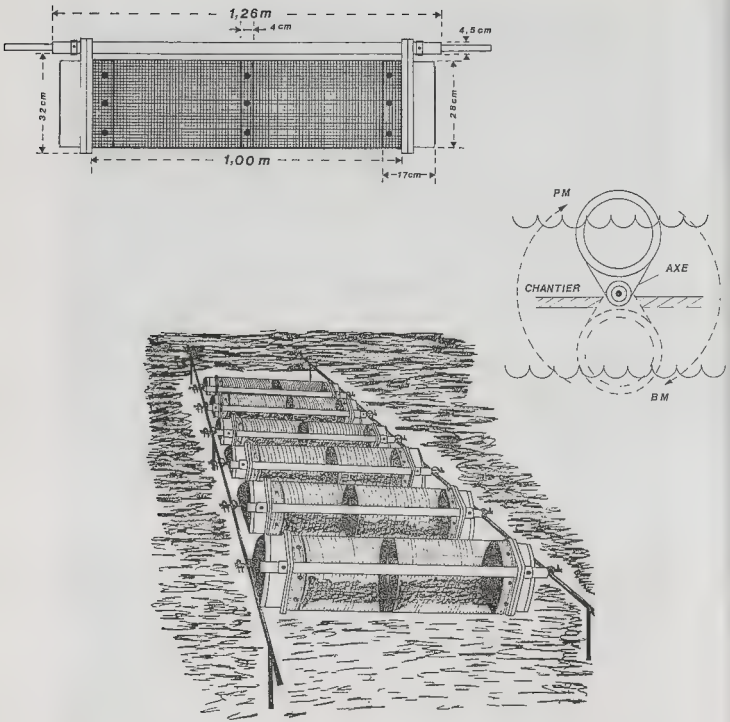


Fig. 1. Le système Stanway: matériel et fonctionnement.

La densité initiale était de 1000 individus par poche ou cylindre, quelle que soit l'espèce. Cylindres et poches de maille similaire, 4mm, ont été disposés au nord-ouest du bassin d'Arcachon, dans une zone relativement protégée, Arès (Fig. 2). Afin de respecter le même temps d'immersion pour les

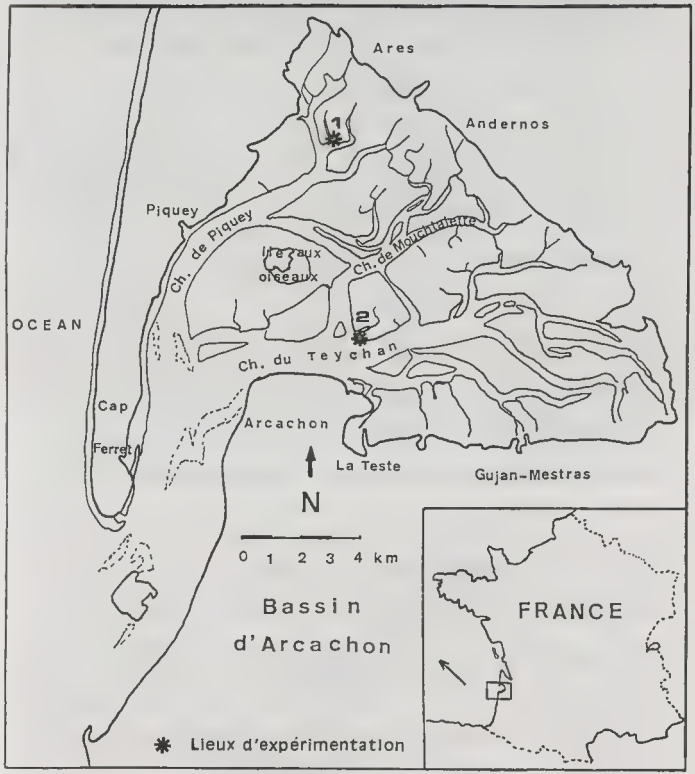


Fig. 2. Localisation des sites expérimentaux: 1, Ares; 2, La Humeyre.

mollusques, les tables ostréicoles ont été surélevées de telle sorte qu'à marée basse, poche et bas de cylindre soient à un niveau identique. Les mesures des longueurs et des poids totaux ont été effectuées trimestriellement sur un échantillon de 30 individus par cylindre ou par poche. Les taux de mortalité ont été établis sur des échantillons de 200 individus ou en fin d'essai sur l'ensemble des trois populations testées.

Des expérimentations plus complètes de prégrossissement et de grossissement, portant uniquement sur l'huître *Crassostrea gigas*, ont été entreprises à partir du printemps 1990 sur un autre site, La Humeyre (Fig. 2). Un lot de naissain calibré et un lot d'huîtres de 18 mois ont été placés, chacun en triple exemplaire, respectivement à la densité de 500 et 250 individus, dans des cylindres et des poches, de maille similaire, 9mm. Les paramètres suivants ont été mesurés tous les deux mois sur des échantillons de 30 individus par poche ou cylindre: mortalité, poids total, longueur, largeur, épaisseur de l'huître, qualité de la coquille (chambrage, présence de *Polydora* sp., densité), qualité de la chair (poids sec, index de condition de Medcoff et Needler (1941), composition biochimique élémentaire).

RESULTATS.

1. Tenue et salissure du matériel.

Les structures classiquement utilisées en Australie pour supporter les cylindres (rails et pieux en bois) se sont avérées inadaptées à nos conditions hydrologiques. Deux cylindres ayant été perdus peu de temps après la mise en place de l'essai, des matériaux métalliques plus robustes ont été utlisés par la suite, avec succès. Les moules, les huîtres et surtout les balanes, se fixent de la même façon sur les cylindres et sur les poches. En revanche, ulves et entéromorphes, nombreuses sur les poches, sont rarement observées sur les systèmes rotatifs.

2. Prégrossissement automnal.

Aucune amélioration n'est apportée dans le

prégrossissement de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* en cylindre: mortalité, longueur et poids sont en effet sensiblement identiques à ceux obtenus en élevage en poche (Tab. 1 et 2).

	ESPECES					
	O. edulis		*R. philippinarum*		*C. gigas*	
TECHNIQUES / DATES	Cylindre	Poche	Cylindre	Poche	Cylindre	Poche
31.08.89	0	0	0	0	0	0
13.12.89	56	53	30	15	25	25
26.02.90	78	85	21	17	25	50

Tab. 1 — Taux de mortalité cumulés.

	ESPECES					
	O. edulis		*R. philippinarum*		*C. gigas*	
TECHNIQUES / DATES	Cylindre	Poche	Cylindre	Poche	Cylindre	Poche
31.08.89	5,0±0,2 0,015±0,01 *16*	5,0±0,2 0,015±0,01 *16*	6,83±0,25 0,067±0,006 *70*	6,83±0,25 0,067±0,006 *70*	- - *220*	- - *220*
13.12.89	15,12±1,15 0,403±0,06 *187*	13,96±1,40 0,320±0,08 *134*	11,57±0,79 0,342±0,06 *238*	12,23±0,42 0,366±0,03 *294*	28,49±2,49 2,64±0,54 *1 151*	24,22±3,72 2,17±0,87 *890*
26.02.90	20,69±0,80 1,11±0,09 *205*	19,49±1,29 0,90±0,14 *127*	12,28±0,72 0,449±0,08 *300*	13,62±0,48 0,537±0,05 *414*	30,37±3,96 3,65±0,98 *1 235*	25,47±3,42 2,39±0,74 *700*

Tab. 2 — Longueur moyenne individuelle (mm), poids moyen individuel(g) et *poids total (g).*
Intervalle de confiance à 95% de sécurité.

Quelle que soit la technique d'élevage, de fortes mortalités ont affecté *Ostrea edulis* (Tab. 1). En conséquence les données de croissance sont délicates à interpréter. Elles figurent néammoins dans le tableau 2.

En ce qui concerne *Crassostrea gigas*, l'observation des données brutes semblent montrer une amélioration des performances de survie et de croissance dans les cylindres (Tab. 1 et 2). L'analyse des ces données par tests de comparaison de moyennes indiquent que les différences de croissance ne sont pas significatives au seuil de sécurité de 5%.

Ces essais préliminaires ont permis de cibler l'espèce sur laquelle l'utilisation des cylindres semblait intéressante: *Crassostrea gigas*. Afin d'approfondir ces résultats, une nouvelle expérimentation a été mise en place au printemps 1990, couvrant ainsi la meilleure période de croissance de l'huître creuse dans le bassin d'Arcachon (Maurer, 1989).

3. Prégrossissement printanier.

Dans tous les cas, une mortalité inférieure à 3% est observée. L'évolution du poids total individuel du naissain de *Crassostrea gigas* de février 1990 à octobre 1990 met en évidence un ralentissement marqué de la croissance des huîtres élevées en cylindre (Fig. 3a) qui semble imputable à un plus faible gain en poids de coquille (Fig. 3b), l'évolution du poids sec des chairs étant globalement similaire (Fig. 3c). Cette moins bonne croissance pondérale de la coquille s'accompagne d'un net ralentissement de la croissance en longueur (Fig. 4a) et en hauteur (Fig. 4b), moins marqué en épaisseur totale de l'huître (Fig. 4c). Le cylindre a donc une action négative sur la croissance des huîtres. A l'inverse, l'index de condition des huîtres élevées en cylindre est toujours supérieur à celui observé chez les mollusques maintenus en poche (Fig. 5a). Il en est de même en ce qui concerne la densité des coquilles (Fig. 5b). De plus faibles pourcentages d'huîtres chambrées (Fig. 6a) et d'infestation par des annélides du genre *Polydora* sp. ont également été constaté (Fig. 6b).

4. Grossissement printanier.

Quelle que soit la technique employée une mortalité inférieure à 3% est notée. En ce qui concerne l'évolution du

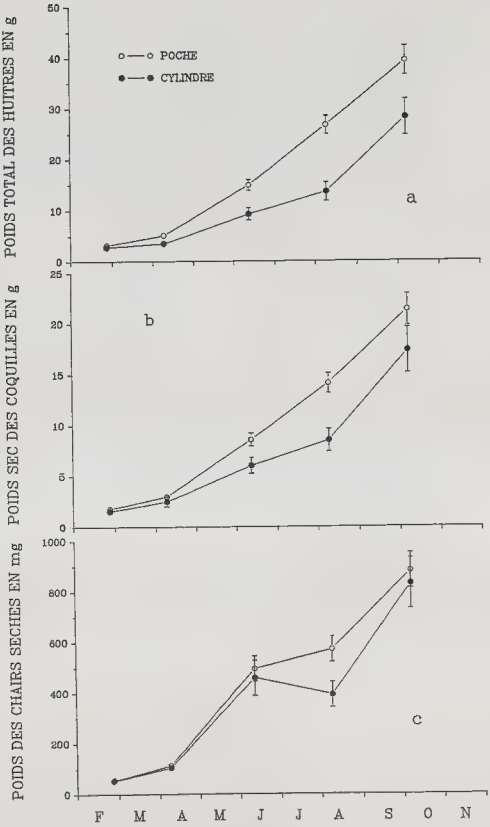


Fig. 3. Evolution du poids total individuel (a), du poids sec de coquille (b) et du poids sec de chair (c) de naissains de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

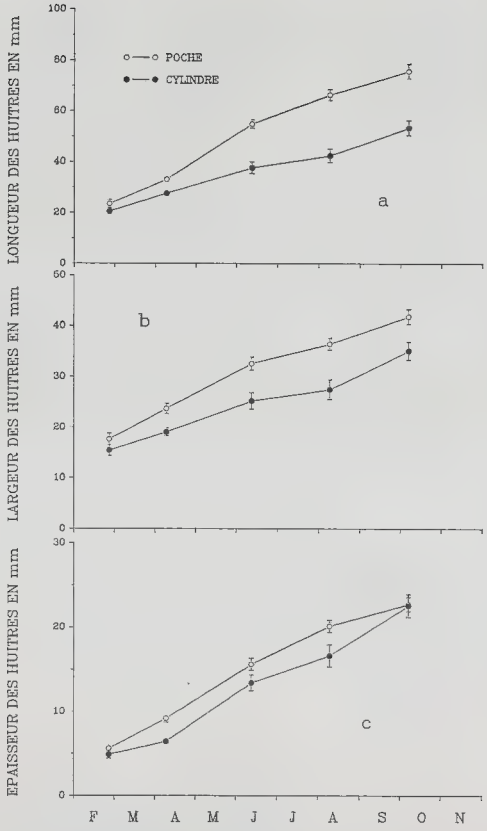


Fig. 4. Evolution de la longueur (a), de la hauteur (b) et de l'épaisseur (c) de naissains de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

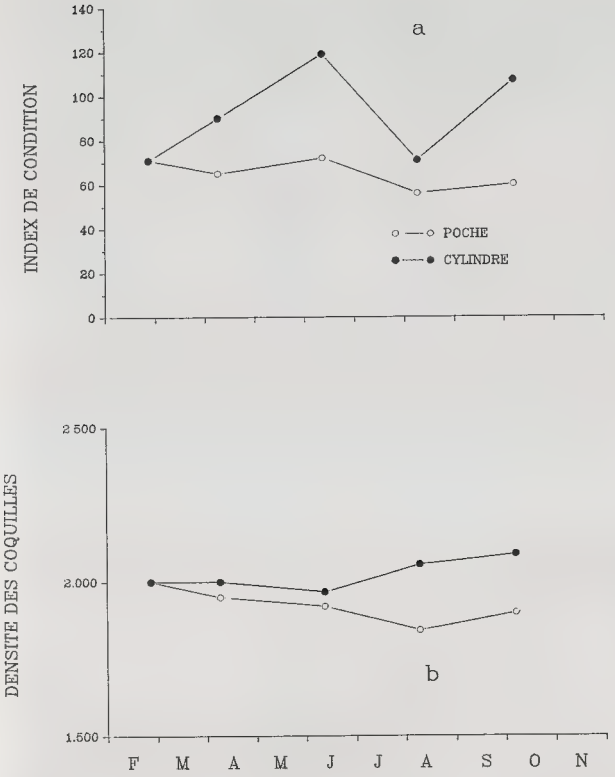


Fig. 5. Evolution de l'index de condition (a) et de la densité des coquilles (b) de naissains de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

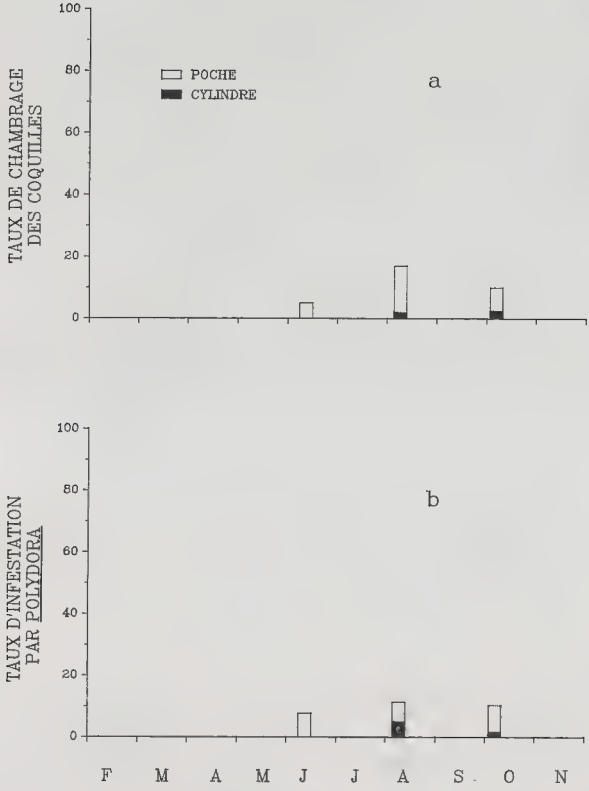


Fig. 6. Evolution du taux de chambrage (a) et du taux d'infestation par *Polydora* sp (b) chez du naissain de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

poids total individuel d'huîtres de 18 mois, un schéma similaire à celui décrit ci-dessus chez le naissain est observé (Fig. 7a). Là encore, le ralentissement de croissance pondérale semble imputable à un plus faible gain en poids de coquille (Fig. 7b) et non à une déficience en poids sec des chairs (Fig. 7c).

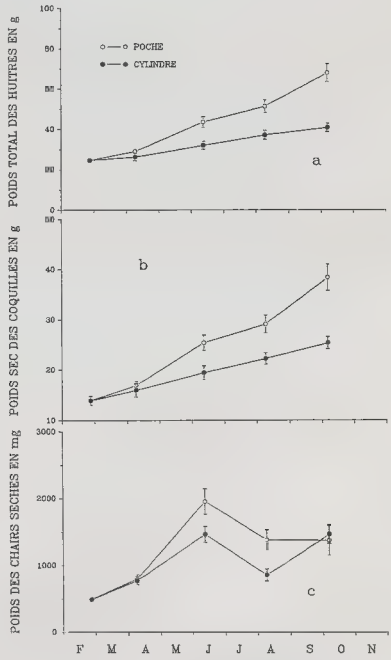


Fig. 7. Evolution du poids total individuel (a), du poids sec de coquille (b) et du poids sec de chair (c) d'huîtres de 18 mois de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

Cette moins bonne croissance pondérale de la coquille s'accompagne d'un ralentissement marqué de la croissance en longueur (Fig. 8a), en hauteur (Fig. 8b) et en épaisseur totale de l'huître (Fig. 8c).

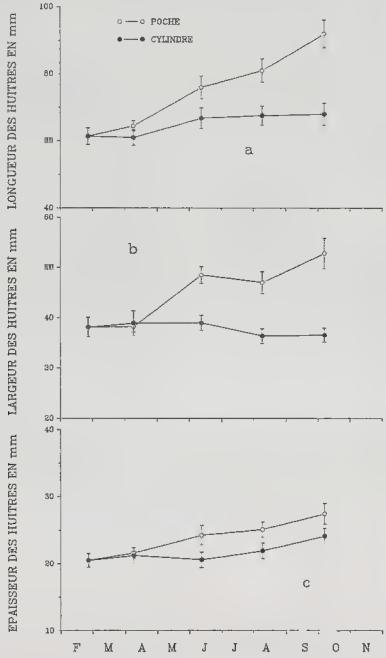


Fig. 8. Evolution de la longueur (a), de la hauteur (b) et de l'épaisseur (c) d'huîtres de 18 mois de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

L'amélioration de la qualité du mollusque élevé en cylindre est moins nette sur le 18 mois que sur le naissain (Fig. 9a), alors que celle de la coquille est beaucoup plus marquée. En effet, la densité des coquilles est nettement

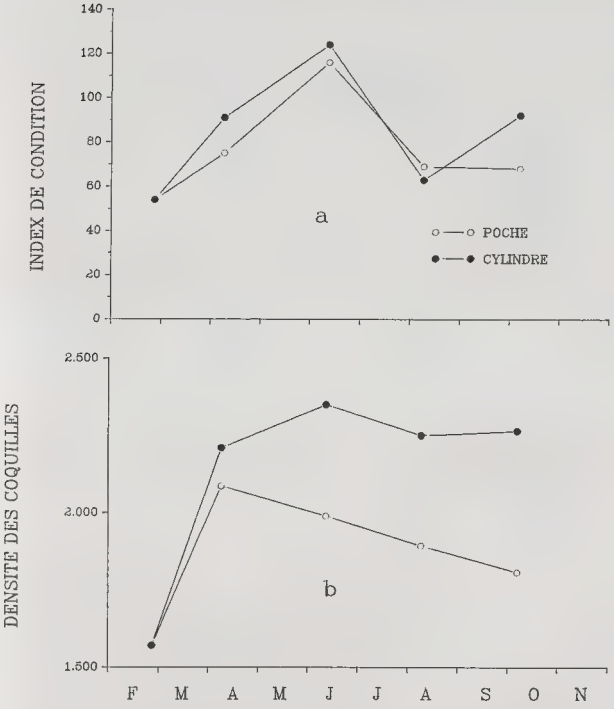


Fig. 9. Evolution de l'index de condition (a) et de la densité des coquilles (b) d'huîtres de 18 mois de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

supérieure chez les huîtres élevées en cylindre (Fig. 9b), différence pouvant aussi être expliquée en partie par un plus faible chambrage (Fig. 10a). Une plus faible infestation par *Polydora* sp. est parallèlement observée (Fig. 10b). Les huîtres de 18 mois, élevées dans les cylindres, présentent, comme le naissain, des coquilles propres, lisses, nacrées.

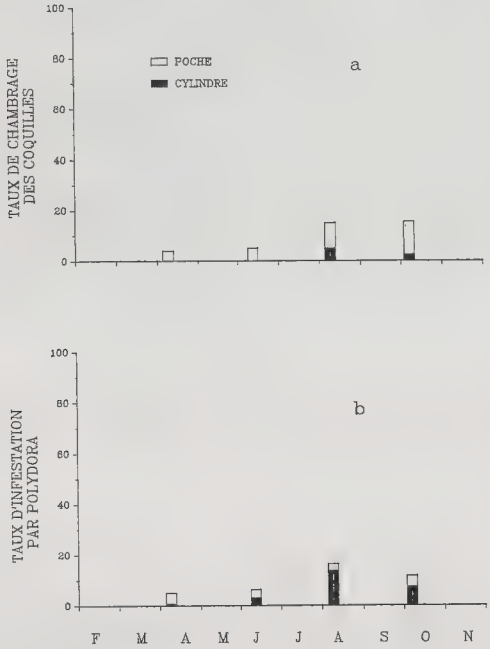


Fig. 10. Evolution du taux de chambrage (a) et du taux d'infestation par *Polydora* sp (b) chez des huîtres de 18 mois de *Crassostrea gigas*, en cylindre rotatif Stanway et en poche ostréophile, de février 1990 à octobre 1990.

DISCUSSION ET CONCLUSION.

Comparativement à la poche ostréophile, le cylindre rotatif Stanway n'améliore pas les performances de croissance et de survie chez la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum*, en cours de prégrossissement.

En ce qui concerne l'huître plate *Ostrea edulis*, de nouvelles expériences auraient été nécessaires afin de dégager l'influence éventuelle de cette nouvelle technique, compte tenu des fortes mortalités enregistrées. Cependant, des essais d'élevage de cette espèce, menés concomitamment dans le bassin d'Arcachon, ont montré que sa culture dans la baie restait hypothéquée par la persistance de la Marteiliose et de la Bonamiose (Robert *et al.*, 1990). Ces parasitoses étant toujours détectées dans de nombreux centres ostréicoles (Anonyme, 1990 b), il est peu probable, que dans la situation actuelle, le cylindre rotatif puisse présenter un intérêt pour la culture de l'huître plate *Ostrea edulis* sur le littoral atlantique.

Par contre, l'influence du cylindre rotatif est très significative sur l'huître creuse *Crassostrea gigas*. On constate un ralentissement important de la croissance pondérale, indépendamment de l'âge initial des individus, et qui semble imputable à un plus faible gain en poids de la coquille. Les pousses des huîtres sont en effet cassées du fait du brassage engendré par la rotation du cylindre, ce qui entraîne un ralentissement de la croissance en longueur et en largeur. Si cette technique a une action négative sur la croissance de l'huître, elle semble, à l'inverse, améliorer sensiblement la qualité du mollusque. On constate ainsi que l'évolution des poids secs de chair est similaire quelle que soit la méthode d'élevage. Or, les huîtres élevées en cylindre sont plus petites. Il en résulte donc un index de condition supérieur, cet écart étant très marqué chez le naissain. La qualité de la coquille est également améliorée: plus solide, propre, lisse, nacrée.

Si le cylindre influe négativement sur la croissance de *Crassostrea gigas*, son action semble très bénéfique sur la

qualité de l'huître ainsi produite. Cette sensible amélioration permet d'envisager l'utilisation de ces cylindres rotatifs en phase finale d'élevage. Les premières observations réalisées sur des huîtres de deux ans et demi, mises dans ces structures depuis le mois d'octobre 1990, semblent confirmer cette hypothèse. Les données sur la composition biochimique élémentaire des chairs, et particulièrement la teneur en glycogène, permettront d'étayer ces résultats.

COLLABORATION.

Ce travail a été réalisé avec la collaboration technique de C. Borel, M. Borel, J.L. Laborde et G. Trut d'IFREMER Arcachon.

ANONYME, 1988. La palourde, dossier d'élevage. Document IFREMER: 105p.

ANONYME, 1989. Abare projects outlook for fisheries products. Australian Fisheries 48(2): 26-29.

ANONYME, 1990 a. Bright future predicted for Austalian aquaculture. Australian Fisheries 49(3): 26-29.

ANONYME, 1990 b. Bilan des opérations de relance de l'huître plate en Bretagne, à la fin de l'année 1989. Equinoxe, 30: 32-39.

HOLLIDAY J.E., MAGUIRE G.B. et NELL J.A., 1988. Alternative cultivation methods for the Sydney rock oyster (*Saccostrea commercialis*). In: L.H. Evans and O'Sullivan eds., Proceedings First Australian Shellfish Aquaculture Conference, Perth, October 1988. Curtin University of Technology, Perth, WA: 234-265.

HOLLIDAY J.E., MAGUIRE G.B. et NELL J.A., 1990. Optimum

stocking density for nursery culture of Sydney rock oyster (*Saccostrea commercialis*). Aquaculture, sous presse.

KORRINGA P., 1976. Farming the cupped oysters of the genus *Crassostrea*. In Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 2., Elsevier Scientific Company ed: 3-32.

MAURER D., 1989. Approche des relations entre la croissance de l'huître *Crassostrea gigas* et le milieu dans le bassin d'Arcachon. Rapport Interne IFREMER, DRV-89.034-RA/Arcachon: 33p.

MEDCOFF J.C. et NEEDLER A.W.M., 1941. The influence of temperature and salinity on the condition of oysters *Ostrea virginica*). J. Fish. Res. Bd Canada, 5(3): 253-257.

ROBERT R., PICHOT Y. et COMPS M., 1990. Essai de culture de l'huître plate *Ostrea edulis* dans le bassin d'Arcachon. Rapport Interne IFREMER, DRV-90.27-RA/Arcachon/Palavas: 15p.

WISELY B., HOLLIDAY J.E. et REID B.L., 1979a. Experimental deepwater culture of the Sydney rock oyster (*Crassostrea commercialis* = *Saccostrea cucullata*).I. Growth of vertical clumps of oysters ("ren"). Aquaculture, 16: 127-140.

WISELY B., HOLLIDAY J.E. et REID B.L., 1979b. Experimental deepwater culture of the Sydney rock oyster (*Crassostrea commercialis* = *Saccostrea cucullata*).II. Pontoon tray cultivation. Aquaculture, 16: 141-146.

WISELY B., HOLLIDAY J.E. et REID B.L., 1979c. Experimental deepwater culture of the Sydney rock oyster (*Crassostrea commercialis*). III. Raft cultivation of trayed oysters. Aquaculture, 17: 25-32.

WISELY B., HOLLIDAY J.E. et REID B.L., 1979d. Experimental deepwater culture of the Sydney rock oyster (*Crassostrea commercialis*). IV. Pilot production of raft oysters. Aquaculture, 17: 77-83.

WISELY B., HOLLIDAY J.E. et REID B.L., 1979e. Experimental deepwater culture of the Sydney rock oyster (*Crassostrea commercialis*). V. Commercial raft trials. Aquaculture, 18: 191-201.

WISELY B., HOLLIDAY J.E. et BENNET B., 1983. Experimental deepwater culture of the Sydney rock oyster (*Saccostrea commercialis*) VI. Commercial oyster cage systems. Aquaculture, 30: 299-310.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 61-70

5

CROISSANCE DE *CRASSOSTREA GIGAS* EN BRETAGNE EN 1989, MISE EN PLACE D'UN RESEAU D'ACQUISITION DE DONNEES

LE BEC C.et MAZURIE J.

Laboratoire Ressources Aquacoles, IFREMER, 56470 LA TRINITE / MER

RESUME : En l'absence de données récentes sur la croissance de *Crassostrea gigas* en Bretagne, des stations expérimentales ont été mises en place sur 8 sites ostréicoles. Des mesures de biométrie (longueur, largeur...), de composition biochimique de la chair, de qualité, de survie, et de taux de parasitisme ont été effectuées après 7 mois d'élevage. Une analyse descriptive par A.C.P. est réalisée afin de dégager les variables les plus significatives et le classement des sites. Six groupes de sites, ou stations, peuvent être caractérisés suivant leurs performances respectives qui sont analysées dans le détail, variable par variable. La stratégie à adopter pour une meilleure représentation des sites est discutée afin de mettre en place un réseau d'acquisition de données sur *Crassostrea gigas* en Bretagne, dont les variations pluriannuelles seront suivies et corrélées à des paramètres environnementaux (météo, surface du bassin versant, activités agricoles...).

Mots clés : bivalve, Bretagne, *Crassostrea gigas*, croissance, A.C.P

THE GROWTH OF *CRASSOSTREA GIGAS* IN BRITTANY (FRANCE), SETTING OF MONITORING STUDY

ASBRACT : *To provide updated informations on the growth of* Crassostrea gigas *in Brittany, experimental stations on 8 sites (culture area) were monitored. Biometric measurements (length, width,...), meat composition (proteins, lipids, cabohydrates...), quality, survival and parasitism were observed after 7 months. A descriptive study by principal components analysis was conducted to find the most significative variables explaining the variability and classifying the sites. Six groups of station can be identified by their respective performances that have been screened in detail. An optimal stategy was discussed to establish a most efficient data network in Brittany. The yearly variations will be checked up and their correlations with environmental factors tested (meteorology, drainage basin, agriculture activity...).*

Keywords : bivalvia, Brittany, *Crassostrea gigas*, growth, P.C.A

INTRODUCTION

Avec environ 30 000 tonnes annuelles, La production d'huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) est la première activité conchylicole en Bretagne et s'exerce sur des sites très divers allant de la baie du Mont Saint-Michel à l'estuaire de la Loire.

Cette multitude et cette diversité des sites d'élevage représentent une caractéristique essentielle de la production bretonne, différente des autres régions où la majorité de la production est concentrée dans un bassin (ex : Arcachon, Marennes-Oléron...).

Depuis son introduction dans les années 70, peu d'études ont été consacrées à l'huitre creuse,(AUGER, 1977), sauf lors de pollutions (Amoco-cadiz) ou d'anomalies de formation de la coquille causée par des peintures antisalissures.

Jusqu'en 1988, aucun de ces sites de production ne présentant de problèmes majeurs, les efforts de recherche étaient essentiellement axés sur l'huître plate (*Ostrea edulis*) et la diversification conchylicole. Peu de données sont donc disponibles contrairement à d'autres bassins de production français où des suivis de croissance, physiologie, stock/production... sont effectués depuis plusieurs années.

Or, quelle que soit l'espèce élevée, il est nécessaire de posséder un maximum de références lorsque surviennent une pollution, une épizootie,...

La mise en place d'un dispositif destiné à recueillir annuellement les données de base, qualitatives et quantitatives, relatives à cette production dans les principaux sites bretons a donc été effectuée. Les grandes tendances ainsi que les brusques évolutions seront ainsi mises en évidence, servant de point de départ à des études analytiques plus poussées (surcharges, maladies, environnement...) en cas de nécessité.

Ce présent travail présente la mise en place d'un tel réseau et les résultats de l'étude pilote menée en 1989 .

I - MATERIEL ET METHODES

I.1. LES SITES EXPERIMENTAUX

Huit secteurs ont été sélectionnés (figures **7**) en fonction de leur importance relative au sein de la production annuelle régionale (données C.I.C. et IFREMER) :

Cancale	4 à 5000 tonnes
Paimpol	4000 tonnes
Morlaix	5000 tonnes
Les Abers	800 tonnes
Etel	3000 tonnes
La Trinité/Mer/Golfe du Morbihan	4500 tonnes
Pénerf	3000 tonnes
Pen-Bé	1000 à 1500 tonnes

Seuls les élevages en zone intertidale ont été pris en considération.

Un site supplémentaire a été retenu en Normandie (Ouest Cotentin : Gouville) en collaboration avec le laboratoire IFREMER de Ouistreham.

Sur chacun des sites, en l'absence de données antérieures, 2 stations considérées comme représentatives, l'une d'un secteur favorable et l'autre d'un secteur moins favorable, ont été retenues ; elles ont été choisies en aval et en amont lorsqu'il s'agissait

d'un profil estuarien et à des niveaux bathymétriques différents dans les autres cas. En chaque station 6 poches ostréicoles ont été disposées sur la même table .

I.2. - MATERIEL BIOLOGIQUE

Un lot d'huîtres homogène est réparti simultanément dans l'ensemble des poches du réseau en début d'année (vers mars). Il sera normalement relevé et analysé en fin d'année, seul l'entretien courant des poches étant réalisé dans l'intervalle.

Ces huîtres mises en élevage cette année sont des huîtres d'appellation "18 mois",elles sont issues du captage sur le bassin d'Arcachon (grattis), puis prégrossies en rivière d'Auray au lieu dit Bascatique à partir du printemps suivant, où elles demeurent environ 1 an avant d'être réparties sur les sites expérimentaux.

La phase de grossissement est réalisée sur tables ostréicoles d'une hauteur de 0,5 m, en poches de type casier à maille de 14 mm, à raison de 170 huitres par poche, sur des parcs exploités.

Exceptionnellement, la mise en élevage n'a pu être effectuée qu'au début du mois de juin 1989, après un stockage en bassin submersible de 6 semaines.

Le relevage est réalisé le 10 janvier 1990 sur la totalité des sites.

I.3. - PARAMETRES ETUDIES

Deux séries de mesures sont realisées, l'une lors de la mise en poche, l'autre lors du relevage en fin d'année.

I.3.1. - Biométrie

* **Sur la population d'origine** le poids individuel est noté au 1/10ème g., sur un échantillon de 300 animaux ainsi que le poids d'huîtres dans chaque poche après remplissage.

* **En fin d'élevage** sur chacune des poches
- le nombre d'huîtres mortes et vivantes est noté
- le poids individuel de chaque huître est mesuré au 1/10ème g.

. * **En fin d'élevage** sur un échantillon par station, les 6 poches sont mélangées pour en extraire un échantillon de 60 huîtres sur lesquelles sont mesurées les variables suivantes :

- Longueur, au mm près
- largeur, au mm près
- épaisseur, au mm près
- poids total individuel, au 1/10ème g.
- poids total individuel dans l'eau, au 1/10ème g.
- poids de chair fraîche égouttée, au 1/100ème g.
- poids de la coquille dans l'eau, au 1/10ème g.
- Poids de chair sèche au 1/1000ème g., après étuvage à 60° C durant 72 heures.

- Les années 1988 et 1989 ayant été marqués par une recrudescence du vers annélide *Polydora sp.*, l'état des coquille est noté sur cet échantillon suivant l'échelle de cotation établie lors de l'étude du site de Pen-Bé (LE BEC, 1988) et reprise lors du bilan des infestations par *Polydora sp.* sur les côtes françaises (CATHERINE et al., 1990).

- Teneur en eau de la chair :
- Rendement brut par poche :
- Indice de condition (MEDCOF, NEEDLER-1941)
- Indice de Qualité (Norme NFV 45-056 révisée, 1985)

Cet indice de qualité des huîtres creuses est égal à :

$$\frac{m1 \times 100}{m0}$$

où m0, masse de 20 huîtres avant ouverture, en g.
m1, masse de la chair égouttée de ces 20 huîtres, en g.
Suivant la valeur de cet indice, les dénominations des huîtres creuses sont les suivantes :

Huîtres fines $6,5 < IQ < 9$
Huîtres spéciales $IQ > 9$

Remarque : A la différence du texte référencé, l'indice a été calculé ici sur 30 huîtres au lieu de 20.

I.3.2. - Paramètres biochimiques

Cette première année, une seule série de mesures est réalisée en fin d'élevage pour situer qualitativement le produit à cette période de commercialisation : une étude complémentaire menée en 1990 apportera des précisions sur l'évolution biochimique mensuelle en Bretagne Nord et Sud.

En chaque station un pool de 30 huîtres est prélevé en fin d'essai, puis congelé pour dosages ultérieurs de protéines, glucides et lipides.

Pour ce dosage, les chairs de ces 30 huîtres congelées sont broyées dans l'eau distillée, le volume total obtenu étant de l'ordre de 500 à 600 ml : le même broyat est utilisé pour les dosages des protéines (méthode de LOWRY, 1951), glucides (méthode de DUBOIS, 1956) et lipides (méthode de BLIGH et DYER, 1979).

I.3.3. - Histologie

Une recherche de parasites est effectuée sur un échantillon de 30 huîtres par station, après mélange des 6 poches. Les coupes sagittales, glande digestive-branchies, préparées et colorées à l'hématoxyline/éosine, sont observées en microscopie photonique.

II - RESULTATS

II.1 ANALYSE DES VARIABLES

Les résultats obtenus pour chacune des variables, mesurées ou calculées, sont testés par analyse de variance à un facteur (station) (ANOVA - Test F - seuil de 5% - Test C d'homogénéité) .

Ainsi les rendements par poche présentent des différences significatives suivant la station d'origine et le classement suivant la P.P.D.S. fait apparaître 9 groupes homogènes dont les plus remarquables sont Pen Bé 2 (9.2) et La Trinité 2 (7.2) qui

constituent le groupe le plus faible, à l'opposé de Paimpol 1 et 2 (3.2 - 3.1), les Abers 1 et 2 (5.2 - 5.1) et Cancale 2 (2.2) où les rendements sont les meilleurs.(Fig.**1**)

A part les sites de Pénerf et Penbé, on observe une réponse assez similaire des 2 stations d'un même site.

Il est intéressant de constater que des couples de stations représentant un site, qui ont produit des rendements par poche homogènes divergent très nettement sur le critère des poids individuels (Morlaix, les Abers, la Trinité)(Fig.**2**):ces différences de croissance sont compensées par des différences de survies opposées.

La croissance linéaire, représentée ici pour chaque station sous forme tridimensionnelle, montre que le site de Paimpol présente de fortes croissances à l'opposé de la station de Pen-Bé (2) et la Trinité (1) (Fig.**3**).

De même Il apparaît clairement d'assez bonnes corrélations longueur/ largeur/ épaisseur, avec toutefois quelques particularités de forme :

- des huîtres plutôt étroites par rapport à leur longueurs, dans la station Trinité 2 en particulier.

- des huîtres normandes un peu moins épaisses à longueur égale, tout comme Etel n° 1.

La composition de la chair, exprimée en % de la matière sèche, est l'une des variables qui ont constitué le premier axe principal. En moyenne, sur la Bretagne, la chair de l'huitre creuse est composée à cette époque de l'année (mi-janvier) de 67% de proteines, 16% de glucides (dont 4.5% de glycogène) et 4% de lipides (Fig. **4**).

Les taux de protéines les plus importants sont relevés sur

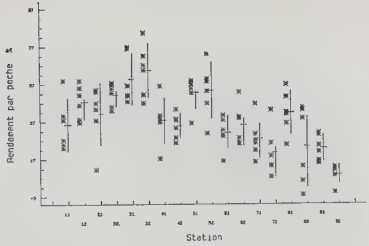


Figure **1** : Rendements par poche en fonction des stations (données brutes, moyennes, intervalles de confiance à 95%)

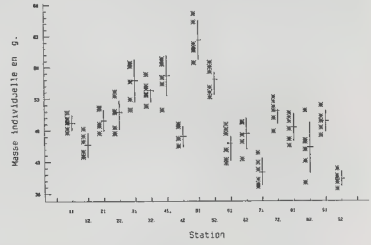


Figure **2** : Poids moyens individuels suivant la station d'élevage (données brutes par poche, moyennes, intervalles de confiance à 95%).

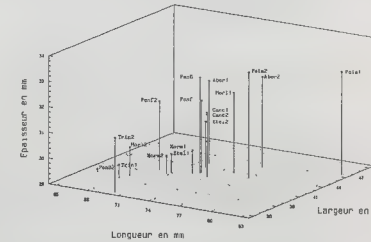


Figure **3** : Position des stations expérimentales en fonction de la longueur, largeur et épaisseur moyennes des huitres en fin d'élevage.

Cancale 1 (86 %) et Pen Bé (77,5%). Les protéines solubles sont relativement stables autour de leur moyenne qui est de 9,5 %. Les réserves glucidiques sont importantes sur les Abers (22-23 %) contrairement à Paimpol 1 (9,8 %), qui présentait les croissances linéaires les meilleures.

Tous paramètres biochimiques confondus, ce sont les huîtres des stations de l'Aber Benoît qui présentent les meilleures compositions de chair et celles de Paimpol qui sont les plus pauvres.

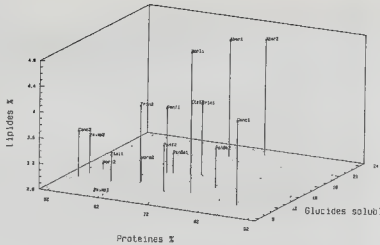


Figure **4** : Position des stations expérimentales suivant la composition des chairs en proteines, glucides et lipides.

II.2.- ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (c.f. légende en annexe)

Afin de dégager la structure de l'ensemble des informations recueillies, une ordination en espace réduit par analyse en composantes principales est réalisée sur le tableau de données composé de 18 lignes (les stations) et 24 colonnes (les variables mesurées ou calculées).

Toutes les variables initiales ne sont pas retenues et certaines, constituées de plusieurs classes, ont été condensées en une seule .

- Biométrie : Long., larg., Epais., Poids, P. coquille...
- Composition de la chair - Index : teneur en eau, IC et IQ, protéines, glucides...
- Rendement : rendement et mortalité
- Parasitisme : % de coquille saine, % d'huîtres parasitées par *Mytilicola sp.*.

Les variables étant de nature différente, l'A.C.P. est réalisée à partir de la matrice des corrélations (données centrées réduites).

Un examen de cette matrice révèle des corrélations importantes (parfois triviales) entre certaines variables. La teneur en eau par exemple est fortement corrélée négativement à la teneur en glucides, et peu ou pas avec les autres composants biochimiques. De la même manière on constate que les index de condition traduisent les teneurs en glucides solubles et surtout en glycogène, que le pourcentage de coquilles "saines" (non atteintes par *Polydora sp.*.) ne présente pas de corrélation avec les autres variables étudiées, comme les pourcentages d'huîtres atteintes par tel ou tel parasite.

La part d'information expliquée par les 2 premiers axes principaux est d'environ 60 %, 4 axes représentant les 3/4 (75,1 %) (tableau 1).

AXE	1	2	3	4
Valeurs propres	9.94	4.28	1.99	1.88
Contribution %	41.4	17.8	8.3	7.9
% cumulés	41.4	59.2	67.5	75.1

Tableau 1 : Variances sur les axes principaux.

Les variables les plus liées à l'axe 1 sont celles qui caractérisent l'huître d'un point de vue qualitatif (Index et teneurs en réserves), avec une opposition entre la teneur en eau de la chair et le taux de glucides.

Sur le 2ème axe, on trouve essentiellement la longueur et le rendement. La position intermédiaire des variables Pds et Pcv, poids total de l'huître et poids de coquille, sur la bissectrice des 2 axes, est remarquable (figure 6). Le poids total est dû en majorité au poids de la coquille (forte corrélation), mais ces 2 paramètres sont à la fois l'expression de la croissance linéaire et de la croissance somatique.

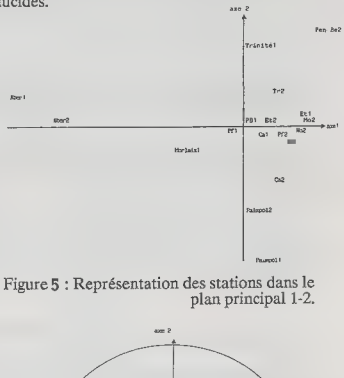


Figure 5 : Représentation des stations dans le plan principal 1-2.

Le 3ème et le 4ème axe sont dus aux pourcentages d'huîtres parasitées par *Mytilicola sp.* et des Rickettsies (en opposition) d'une part, et *Marteilia sp.* pour le dernier.

Sur le plan engendré par les axes 1 et 2 (figure 5) , seul 1/3 des stations est bien représenté ($cos^2 > 0.5$) . Ce sont les Abers 1 et 2 qui contribuent fortement à l'axe 1, Paimpol 1 et 2, Pen Bé 2 et Trinité 1 à l'axe 2.

Une 2ème A.C.P. est réalisée après avoir extrait le site des Abers qui contribue fortement à l'axe 1 .

En 1989, l'ensemble des stations expérimentales peut donc être décomposé en 6 groupes remarquables selon les

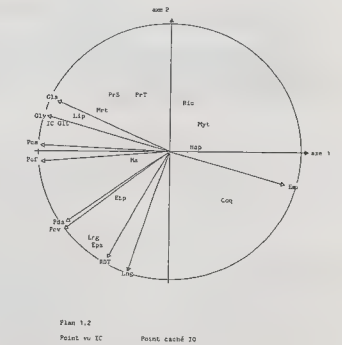


Figure 6 : Cercle des corrélations des variables initiales sur le plan principal 1.2

taux de croissance linéaire et la composition de leurs huîtres :

- un groupe central, composition faible, avec des croissances moyennes.

- les Abers, dont les huîtres présentent des chairs à forte teneur en réserve.

- Paimpol où les croissances sont essentiellement linéaires.

- Morlaix, intermédiaire entre les Abers et Paimpol.

- La Trinité 1, faible croissance mais chair de bonne qualité.

- Pen Bé 2, faible croissance et teneur en réserve médiocre.

IV - DISCUSSION - CONCLUSION

Cette première année d'étude a permis de mettre en évidence des différences significatives entre les sites d'élevage, d'un point de vue croissance, composition de la chair..., sur des huîtres de même origine réparties sur l'ensemble d'une région.

Pour un site donné, suivant le paramètre considéré, ces différences existent aussi entre les deux stations, de même que des similitudes entre stations de sites différents peuvent apparaître.

Le but d'un tel réseau d'observations est de fournir une image des variations pluriannuelles. Pour celà, le nombre de stations par site, qui est de deux en 1989, peut être optimisé. Il a fourni une variation intrasite pouvant être expliquée par une multitude de paramètres, mais il demeure insuffisant et inadapté pour être représentatif du bassin étudié et le cerner par ces performances extrêmes suivant l'objectif initial.

A ce niveau, pour obtenir des séries pluriannuelles d'images des bassins concernés, deux options sont possibles :

- **OPTION 1** : les stations sur chacun des sites sont fixées sans souci absolu de représentativité des pratiques professionnelles, au niveau du temps d'immersion, de la densité d'élevage.... La seule constante est la reproductibilité des paramètres chaque année, les stations demeurant fixes et limitées.

- **OPTION 2** : sur chaque site les stations sont fixées à un niveau bathymétrique moyen où se pratique la phase de grossissement du "18 mois", sur des concessions exploitées, en poche, à une densité moyenne utilisée, avec une stratégie de représentativité élaborée.

Le plan retenu pour l'année 1990 est un compromis entre ces deux options. Le nombre de stations par site est légèrement augmenté (3), elles sont réparties de manière systématique sur la strate bathymétrique où se pratique le grossissement du "18 mois" (coefficient 80-100), sur des concessions exploitées. De plus 3 densités par poche sont testées sur l'ensemble des stations. Certaines variables redondantes (ex : IQ, IC) ou n'apportant que peu d'informations supplémentaires, seront abandonnées si ces tendances se confirment, afin de ne conserver que les paramètres caractérisant le mieux la croissance et la qualité des huîtres sur les sites.

La phase de mise au point étant effectuée, une première phase descriptive interviendra lorsque les données des années suivantes seront acquises : évolution intra bassin, évolution inter bassins, évolution pluriannuelle... Parallèlement une deuxième phase explicative sera constituée par l'acquisition d'informations sur les bassins conchylicoles et les bassins versants attenants : météorologie locale, débits des bassins versants, activité agricole, productions déclarées, surfaces exploitées,... Il sera alors possible de recentrer les recherches, sur la compréhension des différences observées d'un site à l'autre, et sur des comparaisons avec d'autres régions françaises ou étrangère.

Les grandes lois étant connues, des aménagements adaptés sur chaque bassin peuvent être envisagés suivant le ou les paramètres concernés (ex : baie de Pen Bé).

Outre les perspectives de gestion des ressources et des productions conchylicoles sur une région, l'ensemble de ces données peut être utilisé pour la compréhension de problèmes plus particuliers telle la recrudescence du ver annélide *Polydora sp.* survenue ces dernières années, ou la recherche de causes de mortalités anormales, etc...

La base de données ainsi constituée devient une source de renseignements utilisables dans de nombreux cas de figures que l'on doit résoudre actuellement au cas par cas et sans pouvoir établir d'interrelation, du fait de l'hétérogénéité des méthodes et des résultats acquis.

Figure 7 : Localisation des sites expérimentaux

AUGER C. et al. - 1977 - Etude comparée de la croissance de *Crassostrea gigas* (Thunberg) dans trois rivières du Morbihan - ICES - C.M. 1977/K : 26.

BLIGH E.G., DYER W.F. - 1959 - A rapid method of total lipid extraction and purification - Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-917.

CATHERINE M., BLATEAU D., MAZURIE J., LE BEC C. - 1990 - Anomalies des coquillages d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* sur le littoral français en mai-juin 1989 dues au vers *Polydora* et aux peintures antisalissures. IFREMER-RIDRv-90.22-CSRU-RA/Nantes - La Trinité/Mer.

DUBOIS M. et al. - 1956 - Colorimetric method for determination of sugars and related substances - Anal. Chem., 28 : 350-356.

LE BEC C. - 1989 - Compte rendu de la commission de visite du 10 novembre 1988 en baie de Pen-Bé-Mesquer - IFREMER DRV - Rap. Int. Lab. R.A. La Trinité/Mer.

LOWRY O.H., ROSEBROUGHT N.J., FARR A.L., RANDALL R.J. - 1951 - Protein measurement with the Folin phenolreagent - J. Biological Chemistry, 193 : 265 - 275.

MEDCOF J.C., NEEDLER A.W.M. - 1941 - The influence of temperature and salinity on the condition of oysters (*Ostrea virginica*) - J. Fish. Res. Bd. Canada, 5 (3).

LEGENDE

Coqsa	: % d'huîtres présentant des coquilles saines (0 + 1)
EtPds	: Ecart type des poids moyens individuels
Eau	: Teneur en Eau de la chair
PrT	: % de protéines totales
Prs	: % de protéines solubles
GPT	: % de glucides totaux
Gls	: % de glucides solubles
Gly	: % de glycogène
Lip	: % de lipide
Lng	: longueur
Lrg	: largeur
Eps	: Epaisseur
Mrt	: Mortalité en %
Pds	: Poids moyen individuel
Pcv	: Poids coquille vide
Pcf	: Poids chair fraîche
Pcs	: Poids chair sèche
IC	: Index condition
IQ	: Index qualité
RDT	: Rendement/poche en %
Ma	:)
Myt	:) % d'huîtres parasitées
Rick	:) par...
Haplo	:)

Site	Station	Lieu-dit
Normandie	11	Gouville
"	12	"
Cancale	21	
"	22	
Paimpol	31	Boulguef
"	32	Kerroc'h/Roc'h Skoattrec
Morleix	41	Ker Armel
"	42	Ile Blanche
Aber	51	Prat ar Coum
"	52	Brouesnou
Etel	61	Beg-er-Vil
"	62	Le Plec
Trinité	71	Le Pô (2ème lotissement)
"	72	Le Guilvin
Pénerf	81	Le Dibern
"	82	Ile du Rion
Pen-Bé	91	Chenal
"	92	Haut estran

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 71-88

6

OBSERVATIONS SUR LE CAPTAGE ET LA CROISSANCE DE L'HUITRE CREUSE OUEST-AFRICAINE, *CRASSOSTREA GASAR*, EN CASAMANCE, SENEGAL

GILLES S.

Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75480 PARIS Cédex 10

RESUME : Ces observations ont été faites dans le but de définir les modalités d'élevage de *Crassostrea gasar* en Casamance sur deux sites, l'un à proximité de l'océan, sur l'île de Carabane, et l'autre, en amont, à 60 km par voie d'eau de l'embouchure du fleuve Casamance, près du village de Djivent. Sur le premier site l'élévation de la température de l'eau commande le captage du naissain de mars à octobre avec un maximum en juillet ; en raison d'une forte concurrence biologique la survie des huîtres n'est possible que dans la zone intertidale. Sur le second site, c'est la chute de la salinité, d'août à novembre, soit à la fin de la saison des pluies, qui provoque la ponte et la fixation des jeunes huîtres; celles-ci peuvent survivre aussi bien en immersion permanente, grâce à une faible concurrence biologique due aux fortes variations de salinité, que dans la zone intertidale. Sur les deux sites, la croissance est linéaire sur plusieurs années mais elle s'infléchit durant la période de reproduction. La différence des résultats obtenus implique deux techniques d'élevage distinctes qui pourront servir de référence.

Mots clés : ostréiculture, captage, naissain, croissance, *Crassostrea gasar*, Sénégal

SETTLEMENT AND GROWTH OF THE WEST AFRICAN MANGROVE OYSTER, *CRASSOSTREA GASAR*, IN THE CASAMANCE, SENEGAL

ABSTRACT : *The study was carried out at two sites, the island of Carabane, near the ocean, and the village of Djivent, 60 km by water-way from the mouth of the Casamance river. On the first site, the rise of water temperature commands the spat fall from March to October with a maximum peak in July. Because of a heavy biological competition, oysters can only survive within the intertidal zone. On the second site from August to November, which corresponds with the end of the rainy season, the decrease of salinity induces spawning and settlement of young oysters. Because of the heavy salinity variations there is a weak biological competition and young oyster can easily survive in permanent immersion as within the intertidal zone. On both sites, the growth is linear but tends to decreae during the breeding season. The different results involve the practice of two distinct cultivation techniques which can be used as a reference in future oyster farming.*

Keywords : Oyster culture, spat collection, growth, *Crassostrea gasar*, Senegal.

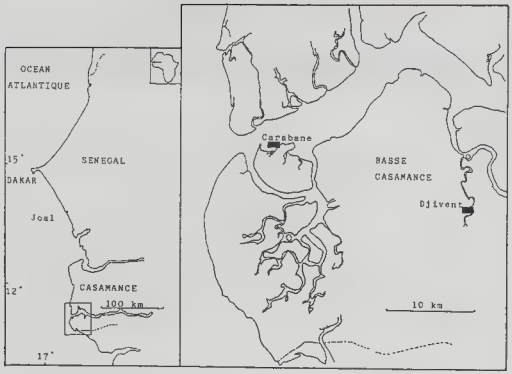


Figure 1 : Cartes de situation.

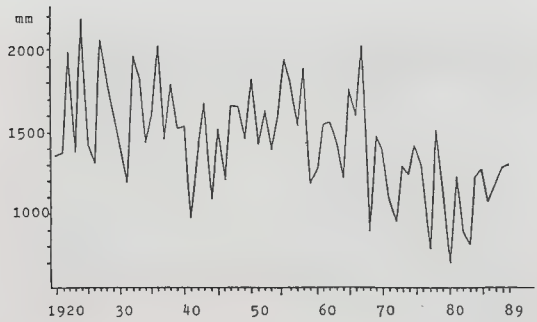


Figure 2 : La pluviométrie en Casamance depuis 1920

INTRODUCTION

Déjà présente au Sénégal depuis quatre décennies sur la Petite Côte, à Joal (fig.1), l'ostréiculture était pratiquement inexistante en Casamance jusqu'à nos jours, alors que de nombreux sites y sont utilisables pour cette activité, et que l'huître creuse ouest-africaine, *Crassostrea gasar*, y fait l'objet d'une exploitation traditionnelle par cueillette sur les racines des palétuviers (Cormier-Salem, 1987). L'aspect de cette huître est comparable à celui des espèces du même genre élevée en Europe, et un marché touristique local pour un produit d'élevage, peut engendrer des activités ostréicoles.

La connaissance des conditions locales de reproduction et de croisance de *C.gasar* en fonction des saisons et de sa situation dans le milieu naturel, était nécessaire pour établir les modes d'élevage et leur programmation. Les études ont donc été menées simultanément sur deux sites représentatifs, dans la zone de répartition naturelle de *C.gasar*, du milieu hydrologique de l'estuaire du fleuve Casamance.

L'estuaire du fleuve Casamance est en fait une ria qui s'enfonce à 250 km à l'intérieur du continent. Son cours reste au niveau de la mer et ne reçoit des apports d'eau douce que durant la saison des pluies qui ne dure que 4 mois, de juin à octobre. Rapidement, après cette saison, le déficit hydrique provoque une invasion saline, aggravée par les dernières années de sècheresse (fig.2) ; et l'on observe jusqu'à 170g/l de sel dans certains biefs du lit principal et dans les extrémités de certains "bolons" qui sont des digitations du fleuve façonnées par la marée. Ainsi, en fin de saison sèche et de saison des pluies, deux diagrammes inverses de salinité s'établisent selon la distance à la mer (Pages - Debenay, 1988).

Sur l'île de Carabane (fig.1), premier site choisi pour nos études, qui se trouve à l'embouchure du fleuve, les variations de salinité restent modestes, de 26 à 41‰ en 1989. Sur le second site, à Djivent, situé à 60km par voie d'eau de l'océan, la salinité à fluctué de 11 à 58‰ durant la même année, ce qui est proche des conditions limites tolérées par *C.gasar* et qui sont de 6 à 60‰ selon Dioh (1976).

L'écart des températures de l'eau, de l'ordre de 10°C entre les mois de septembre et janvier (fig.7), reste le même sur les deux sites tout au long de l'année, la moyenne étant plus élevée de 3°C à l'intérieur des terres.

La marée est de type semi-diurne à inégalités diurnes, le marnage de 1,5m en vives-eaux à Dakar est réduit à 15% à Carabane et de 38% à Djivent.

En 1989 la Basse Casamance a connu une pluviométrie de 1300mm, bien répartie dans le temps, valeur qui se rapproche de la moyenne observée avant la période de sécheresse des années 1970-1980 (fig.2). En 1990 la saison des pluies a été tardive, juin n'a connu pratiquement aucune précipitation.

Les objectifs de cette étude étaient de connaître :

- la quantité de naissain fixé, par période d'environ un mois durant un cycle annuel, selon les différentes hauteurs d'une colonne d'eau de 2,5m représentée par la zone intertidale et son prolongement en zone d'immersion permanente.

- la survie et la croissance annuelle sur le collecteur, toujours selon les hauteurs de cette même colonne d'eau,

- la croissance en pochon et ses fluctuations dans le temps.

MATERIEL ET METHODES

Une feuille de fibro-ciment -tôle éverite de 2,5m de longueur a été découpée en tranches de 20cm de large et les collecteurs ainsi frabriqués ont été placés en position verticale, le bord supérieur affleurant la limite des hautes mers de vives-eaux (HMVE), hauteur correspondant à 1,8m sur la table des marées de Dakar. Ces collecteurs ont été accrochés à des branches de palétuviers parmi les huîtres sauvages.

Chaque collecteur a été subdivisé en 25 couches de 10cm de hauteur ayant chacune une surface de 200cm^2. La fixation des huîtres a été comptabilisée couche par couche durant une année, de fin juin 1989 à fin juin 1990.

Sur chaque site deux collecteurs ont été placés à proximité l'une de l'autre :

- un périodique, sur lequel le naissain a été compté à la fin de chaque période d'environ un mois, puis qui a été soigneusement gratté et nettoyé avant d'être remis à l'eau. Seule la face lisse du fibro-ciment a été utilisée car d'un nettoyage plus aisé et efficace.

- un témoin, non manipulé et laissé en place durant toute la durée du cycle annuel et sur lequel, à la fin du cycle, toutes les huîtres ont été comptabilitées et mesurées au demi-millimètre près (toujours sur la face lisse).

Les collecteurs témoins et périodiques ont été, sur chaque site, placés à la même hauteur de façon à ce que les couches correspondent entre-elles.

Sur chacun des deux anciens sites d'élevage (fig.3), deux lots homogènes d'huîtres aux dimensions sensiblement égales, représentatifs de classes de tailles différentes (32mm et 38mm à Carabane, 30mm et 48mm à Djivent), ont été mis en pochons (poche plate en grillage plastique de 50cm x 100cm) sur des tables ostréicoles en fer à béton. La position des pochons sur les deux sites se situait à 5cm au-dessus des basses mers de mortes-eaux, soit, par rapport au bords supérieurs des collecteurs expérimentaux aux niveaux - 60cm à Djivent et - 80cm à Carabane.

Chacun des lots a été pesé tous les 15 jours dans sa totalité avec une balance de terrain dont la précision est le gramme, après avoir éliminé les huîtres mortes et soigneusement nettoyé les autres. Le poids moyen de ces dernières (chair + coquille + eau intervalaire) a été pris en compte pour établir les courbes de croissance. La mortalité comptabilisée est représentée sur la figure 10 en pourcentage hebdomadaire durant les périodes situées entre deux mesures. Cette manipulation a débuté en janvier 1989 à Djivent et en février-mars de la même année à Carabane.

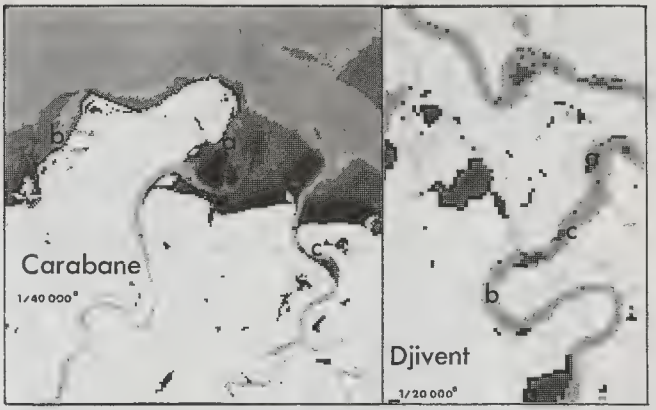


Figure 3 : Sur chaque site l'ancien (a) et le nouvel (b) emplacement de l'élevage, et la situation (c) des collecteurs expérimentaux. (images SPOT traitées par B. MOUGENOT, pédologue ORSTOM)

RESULTATS

La fixation mensuelle du naissain, calculée sur une base de 30 jours, a été prise en compte sur les figures 4 et 5 pour caractériser chaque période.

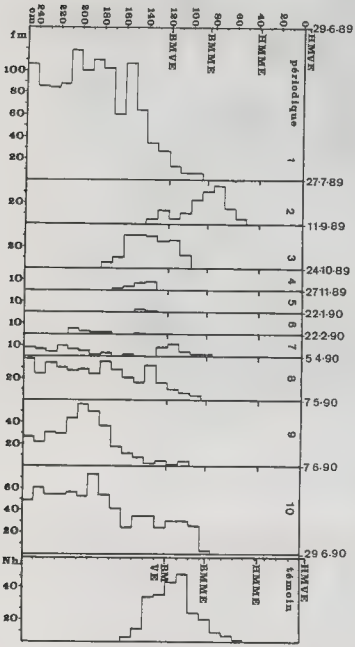
Sur les deux sites il n'y a pas eu de fixation au-dessus des hautes mers de mortes-eaux (HMME).

A Carabane la fixation maximale s'effectue de mars à juillet en dessous des basses mers de vives-eaux (BMVE) tant que la salinité dépasse 39‰ (fig.4 et 6). D'août à octobre, *C.gasar* est concurrencé dans cette zone par une petite huître, *Ostrea folium*, des bryozoaires, des algues et des éponges. En novembre des algues vertes filamenteuses envahissent la quasi totalité du collecteur, en décembre et en janvier seules les balanes prolifèrent et en février ces dernières disparaissent pour laisser la place à des algues encroûtantes et à un dépôt vaseux.

Sur le collecteur témoin les huîtres disparaissent rapidement en-dessous des basses mers de vives-eaux (BMVE) pour laisser la place à des éponges et une faune associée.

A Djivent la période de fixation significative du naissain est relativement courte, de septembre à novembre. Le reste de l'année lorsque la salinité dépasse 30‰, la concurrence biologique se limite à des bryozoaires qui, par plaques éparses, empêchent la fixation des jeunes huîtres. Les balanes par contre, souvent présentes, ne constituent pas une gêne et peuvent être recouvertes par les huîtres en croissance.

Sur le collecteur témoin les huîtres survivent en-dessous des basses mers de vives-eaux avec une mortalité très faible.



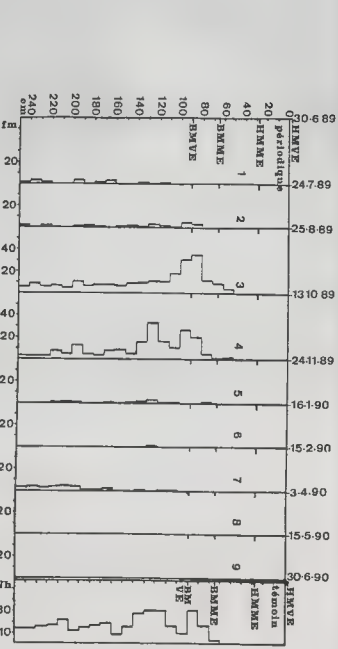
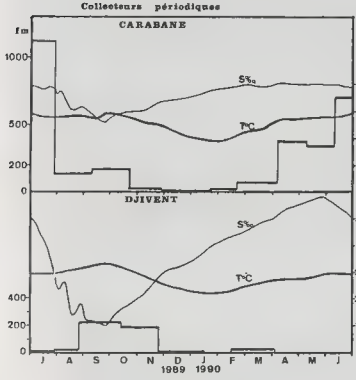


Figure 4 : Carabane, fixation mensuelle du naissain en nombre d'individus (fm) sur le collecteur périodique et nombre d'huîtres (Nh) sur le collecteur témoin par strate de 10cm de hauteur sur 20cm de largeur en-dessous des hautes mers de vives-eaux (HMVE)

Figure 5 : Djivent, fixation mensuelle du naissain en nombre d'individus (fm) sur le collecteur périodique et nombre d'huîtres (Nh) sur le collecteur témoin par strate de 10cm de hauteur sur 20cm de largeur en-dessous des hautes mers de vives-eaux (HMVE)

La survie relative, calculée en comparant le nombre total d'huîtres fixées sur les collecteurs témoins (276 à Carabane et 341 à Djivent) et le cumul annuel des fixations de naissain sur la totalité des couches des collecteurs périodiques (2986 à Carabane et 727 à Djivent), a été de 9,2% à Carabane et de 46,9% à Djivent.

L'étude des histogrammes des longueurs des huîtres fixées sur les collecteurs témoins (fig.7) en regard des fluctuations dans le temps de la qualité de naissain capté (fig.6) nous permet d'associer une classe de taille à une période de captage donnée et ainsi d'avoir des indications sur l'âge et par conséquent sur la croissance des huîtres sur le collecteur.



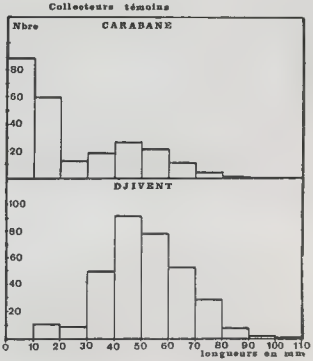


Figure 6 : Fluctuation des paramètres du milieu ($S^0/_{00}$ et $T^\circ C$) vis-à-vis de la fixation mensuelle (fm) totale du naissain sur les collecteurs périodiques.

Figure 7 : Histogrammes des longueurs des huîtres fixées sur les collecteurs témoins.

A Djivent le polygone de fréquence qui occupe les classes de 20 à 110mm peut être mis en relation avec la période de captage qui va de juillet à décembre. Nous constatons (tableau I) que la longueur moyenne de ces huîtres est de 37,9mm dans la zone intertidale et de 52,2mm en immersion permanente. Le poids total récolté sur la face étudiée du collecteur témoin était de 8220g pour 341 huîtres, ce qui correspond à un poids moyen de 24,1g pour des huîtres âges de 7 à 12 mois. La plus grosse huître mesurait 105mm ce qui correspond à un poids de 104g (fig.9).

	Carabane du : 29.06.89 au 29.06.90							Djivent du 30.06.89 au 30.06.90			
	L < 20 mm			L > 19 mm							
h en cm	N	$\bar{L}$	σ	N	$\bar{L}$	σ	SR %	N	$\bar{L}$	σ	SR %
0- 10	0			0				0			
10- 20	0			0				0			
20- 30	0			0				0			
30- 40	0			0				0			
40- 50	0			0				0			
50- 60	0			1	35		14,2	1	35		10
60- 70	3	12,6	3,2	2	46,0	8,4	22,7	4	26,7	12,7	25
70- 80	3	11	6,0	5	55,4	6,1	18,5	17	38,7	9,8	63
80- 90	7	12,4	3,1	13	47,2	5,8	41,6	31	39,0	13,5	35,2
90-100	17	10,2	3,9	9	52,5	15,8	39,3	10	51,3	9,0	10,7
100-110	48	8,0	3,2	13	48,0	18,0	78,2	17	54,2	10,1	35,4
110-120	35	8,0	3,5	20	46,8	16,5	51,4	31	55,5	14,2	67,3
120-130	28	7,3	4,2	15	51,8	13,6	25,5	31	46,0	15,8	50,8
130-140	19	10,7	4,3	22	42,7	10,7	26,4	28	51,6	14,8	62,2
140-150	4	9,5	2,8	8	43,5	7,4	6,1	16	56,2	19,8	61,5
150-160	0			4	35,5	5,3	2	9	56,8	12,8	34,6
160-170	0			0				19	51,7	10,3	61,2
170-180	0			0				17	53,1	10,9	77,2
180-190	0			0				15	53,0	21,1	65,2
190-200	0			0				12	56,6	18,7	26,6
200-210	0			0				22	48,3	20,7	91,6
210-220	0			0				17	52,8	13,4	54,8
220-230	0			0				16	49,4	17,7	84,2
230-240	0			0				14	46,8	20,3	53,8
240-250	0			0				14	55,1	11,2	70

Tableau I : Fixation annuelle sur les collecteurs témoins avec L: longueur en mm, $\bar{L}$: longueur moyenne en mm, σ: écart-type, N: nombre d'huîtres, SR %: la survie relative soit N par rapport à la fixation annuelle de naissain en nombre sur la couche correspondante du collecteur périodique.

A Carabane, l'étude de la figure 8 nous permet de classer les huîtres ayant plus de 20mm comme étant celles qui se sont fixées en 1989, de juillet à octobre. La longueur moyenne de ces huîtres, qui proviennent toutes de la zone intertidale, est de 44,1mm (tableau I). Le poids total récolté sur la face étudiée du collecteur témoin était de 1902g pour 111 huîtres dont la taille dépassait 20mm (nous considérons que le poids des huîtres n'ayant pas atteint cette taille comme étant négligeable), ce qui correspond à un poids moyen de 17,1g pour un âge qui varie de 8 à 12 mois. La plus grosse huître mesurait 84mm ce qui correspond à un pois de 58g (fig.9).

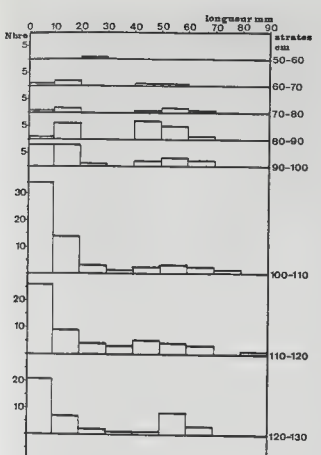
La relation taille-poids, établie à l'aide d'un échantillon d'une cinquantaine d'huîtres de longueurs différentes, allant de 20 à 105mm, provenant des collecteurs témoins des deux sites, est :

$$\text{Log } P = \text{Log } 0{,}00033 + 2{,}723 \text{ Log } L$$

le coefficient de corrélation étant : $R = 0{,}975$

soit : $P = 0{,}00033\ L^{2{,}723}$ avec P : poids en grammes, L : longueur en millimètres.

Il est arrivé que, dans nos pochons, la biomasse diminue de façon spectaculaire consécutivement à une mortalité importante, mais cela ne s'est pas traduit par une baisse du poids moyen qui, au pire, est resté constant.



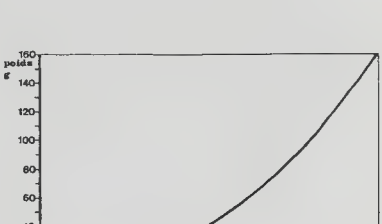


Figure 8 : Carabane, collecteur témoin, histogrammes de longueurs des huîtres pour chaque strate de 10cm de hauteur après 12 mois d'immersion.

Figure 9 : Relation taille-poids chez *Crassostrea gasar* (croissance sur le collecteur de juin 1989 à juin 1990) en Casamance.

A Carabane il y a eu deux grandes périodes de croissance distinctes :

- de mai à juillet 1989 la croissance a diminué simultanément dans les deux pochons, elle est devenu nulle entre le 14 août et le 25 septembre, puis a repris en octobre,

- de novembre 1989 à mai 1990 il y a eu une augmentation constante du poids moyen de 1,8 à 2g par mois dans les deux pochons.

Sur les estrans sablo-vaseux situés aux alentours du premier site d'élevage (fig.3) une petite espèce d'huître, identifiée comme étant *Ostrea folium* (une détermination plus poussée demande à être faite), se fixe sur les coquilles vides d'une arche, *Anadara senilis*, qui affleurent du sédiment. Cette huître, dont la taille adulte est d'environ 40mm, a progressivement envahi, à partir du mois de juin 1989, les structures d'élevage (tables et pochons) ainsi que les coquilles de *C.gasar*. Le 16 octobre 1989, les structures d'élevage, ainsi que les huîtres faisant

l'objet de cette étude ont été déplacées sur un nouveau site (fig.3). Le sédiment y est sableux et on n'observe pas de coquilles d'arches couvertes d'*O.folium*. La salinité est plus constante que sur le premier site situé à l'embouchure d'un bolon qui déverse de l'eau douce durant la saison des pluies. *O.folium* avait proliféré sur nos collecteurs expériementaux à partir du mois d'août, lorsque la dessalure s'est faite ressentir (fig.3).

La mortalité importante constatée de juin à octobre 1989 (fig.10) a brusquement cessé sur le nouveau site ce qui laisse penser qu'elle était imputable, sur l'ancien site, à la présence d'*Ostrea folium*.

La reprise de la croissance s'était manifestée par contre dès le 25/9/1989 sur l'ancien site, et en mai/juin 1990 nous avons constaté, surtout dans le pochon 2, un infléchissement similaire à celui constaté en 1989 à la même période.

A Djivent dans les deux pochons et de façon simultanée on constate que la croissance :

- ralentit fin mars 1989 lorsque la salinité dépasse 50‰
- reprend en juin/juillet 1989 avec la dessalure pour ralentir à nouveau en août et septembre (surtout le pochon 5),
- s'accélère à partir du mois d'octobre pour être comparable à celle de Carabane durant la même période (1,8 à 2g/mois).

Dates	Poids total en g	Nbre	$\overline{PH}$ en g	Mort % hebdo	T °C	S ‰
20-2-89	1253	302	4 , 1	0	22	-
13-3-89	1430	302	4 , 7	0	24	38,5
3-4-89	1795	302	5 , 9	0	27	-
19-4-89	2040	300	6 , 8	0,2	26	39
1-5-89	2160	286	7 , 5	0,7	27	40
29-5-89	2380	286	8 , 3	0	28	41
15-6-89	2315	275	8 , 4	1,5	29	40
29-6-89	2345	265	8 , 8	1,8	29	39
17-7-89	2200	251	8 , 8	2,0	28	38,5
31-7-89	2040	227	9 , 0	4,7	28	36,5
14-8-89	1850	207	8 , 9	4,4	28	32
25-9-89	1610	181	8 , 9	2,1	29	26
16-10-89	1480	160	9 , 2	3,8	28	29,5
6-11-89	1600	159	10	0,2	26	31
27-11-89	1725	159	10 , 8	0	25	33,5
12-12-89	1870	159	11 , 8	0	22	34
22-1-90	2090	148	14 , 1	1,1	19	38
8-2-89	2150	144	15	1,1	19	38
22-2-89	2250	143	15 , 7	0,3	21	39
21-3-89	2410	142	16 , 9	0,2	24	40
25-4-89	2640	141	18 , 7	0,2	26	39
7-6-90	2605	133	19 , 6	0,9	27	40
29-6-89	2560	128	20	1,2	27	41

Tableau II - Carabane, croissance et mortalité dans le pochon 2

Dates	Poids total en g	Nbre	$\overline{PM}$ en g	Mort % hebdo	T °C	S ‰
13-3-89	1910	290	6 , 5		24	38,5
3-4-89	2100	275	7 , 6	1,1	27	-
20-4-89	2500	274	9 , 1	0,1	26	39
1-5-89	2630	271	9 , 7	0,7	27	40
29-5-89	2925	274	10 , 6	0	28	41
15-6-89	2950	266	11 , 1	1,2	29	40
17-7-89	2800	240	11 , 6	2,1	28	38,5
31-7-89	2580	219	11 , 8	4,3	28	36,5
14-8-89	2480	203	12 , 2	3,6	28	32
25-9-89	2220	182	12 , 2	1,7	29	26
16-10-89	2230	173	12 , 9	1,6	28	29,5
6-11-89	2470	173	14 , 3	0	26	31
25-11-89	2580	173	14 , 9	0	25	33,5
12-12-89	2770	173	16 , 0	0	22	34
22-1-90	2950	169	17 , 5	0,4	19	38
22-2-90	3225	166	19 , 4	0,4	21	39
21-3-90	3420	163	20 , 1	0,4	24	39
25-4-90	3610	160	22 , 5	0,4	26	40
7-6-90	3780	157	23 , 8	0,3	27	40
29-6-90	3780	153	24 , 7	0,8	27	41

Tableau III - Carabane, croissance et mortalité dans le pochon 3

Dates	Poids total en g	Nbre	$\overline{PM}$ en g	Mort % hebdo	T °C	S ‰
10-01-89	1695	139	12,2		22	39
20-01-89	1725	138	12,5	0,6	22	40
30-01-89	1765	138	12,7	0	22	42
8-02-89	1796	138	13	0	23	-
29-03-89	1770	120	14,7	1,8	26	48,5
26-04-89	1665	111	15	1,9	27	54
31-05-89	1690	108	15,6	0,5	29	58
30-06-89	1670	102	16,4	1,3	29	50
21-07-89	1635	97	16,8	1,6	29	35
8-08-89	1735	97	18	0	27	26
21-09-89	1690	93	18,2	0,6	33	11
9-11-89	1860	88	21,1	0,7	28	21,5
4-12-89	1715	77	22,3	3,5	25	30
16-01-90	1470	66	22,3	2,3	22	39

Tableau IV - Djivent, Croissance et mortalité dans le pochon 5

Dates	Poids total en g	Nbre	$\overline{PM}$ en g	Mort % hebdo	T °C	S ‰
30-01-89	1975	550	3,5		22	42
3-02-89	2010	538	3,7	2,9	22	44
21-02-89	2150	538	4	0	25	45
8-03-89	2530	533	4,7	0,3	26	49
5-04-89	2620	510	5,1	1,8	27	55
31-05-89	3000	503	5,9	0,1	28	58
28-06-89	3290	495	0,6	0,4	29	49
21-07-89	3315	491	6,7	0,2	29	35
4-08-89	3470	487	7,1	0,4	27	24
21-09-89	3678	484	7,6	0,1	33	11
9-11-89	4440	483	9,2	0	28	22
28-11-89	4620	452	10,2	2,3	26	29
16-01-90	5040	417	12,1	1,1	22	39

Tableau V - Djivent, croissance et mortalité dans le pochon 6

Au mois d'octobre 1989 est apparue une infestation des coquilles de *C.gasar* par une annélide du genre *Polydora* qui provoque la maladie dite du "chambrage". Cette infestation est devenu générale en novembre 1989 et a provoqué une mortalité importante (fig.10), ce qui a motivé l'arrêt de la manipulation.

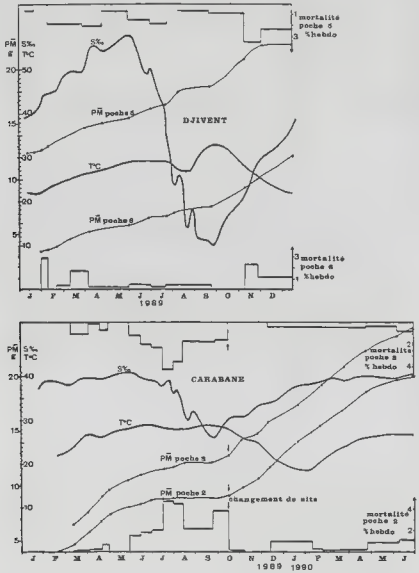


Figure 10 : Courbes de croissance (poids moyen) et mortalité relative hebdomadaire dans les pochons.

DISCUSSION - CONCLUSION

En considérant la fixation mensuelle du naissain durant l'année vis-à-vis des conditions du milieu (S‰ et T° de l'eau) on remarque (fig.6)

- A Carabane une relation étroite avec les variations de température ; lorsque celle-ci est inférieure à 26°C (de novembre à mars) le captage est pratiquement inexistant,

- A Djivent une correspondance entre la chute de la salinité en-dessous de 30‰, en fin de saison des pluies et la période de captage avec toutefois, au mois de mars, une légère reprise, vite avortée, liée à l'élévation de la température.

On peut en conclure que, à l'instar des huîtres des régions tempérées, l'élévation de la température de l'eau conditionne la ponte de *C.gasar*, mais que ce phénomène peut être perturbé lorsque les fructuations de la salinité deviennent trop importantes et dépassent un plafond d'environ 45g de sel par litre. Ainsi, à Djivent, la période de captage du naissain a été considérablement réduite dans le temps et le nombre de fixations (727) a été bien inférieur à celui de Carabane (2986).

Les espèces animales et végétales adaptées aux importantes fluctuations de la salinité de l'eau à Djivent sont peu nombreuses, la concurrence biologique y est donc faible en zone d'immersion permanente et celui permet à *C.gasar* de s'y développer normalement.

A Carabane les eaux connaissent pratiquement les mêmes conditions de milieu que l'océan tout proche et la même abondance en espèces marines. La concurrence biologique est donc forte en zone d'immersion permanente et n'y permet pas la survie de *C.gasar* qui, naturellement, trouve refuge dans la zone intertidale sur les rhizophores des palétuviers.

La croissance sur le collecteur dans la zone intertidale est plus élevée à Carabane (L : 44,1mm) qu'à Djivent (L : 37,9mm), mais elle est, par contre, inférieure à celle constatée en zone d'immersion permanente sur ce dernier site (L : 52,2mm).

A Carabane il y a une relation entre la chute de la croissance en mai et l'élévation de la température au-dessus de 26°C (fig.10) aussi bien en 1989 qu'en 1990, et par conséquent avec la période de reproduction (observation faite sur la fig.6). Fin septembre 89 la reprise de la croissance coïncide avec la chute de la température et l'élévation de la salinité mais aussi avec la fin de la période de reproduction.

A Djivent, la baisse de la température que l'on observe fin septembre en même temps que l'élévation de la salinité coïncide aussi avec la reprise de la croissance (fig.10). La maturation des gonades qui a précédé le pic de captage du naissain de septembre (fig.6) est sans doute responsable de la stagnation de la croissance observée en août et septembre. Comme à Carabane, il y a eu, au même moment, interrelation entre les différents phénomènes.

La mortalité dans le pochon 5 a été bien plus importante que dans le pochon 6 durant toute la période où la salinité a dépassé 45‰ (de février à juin 89) mais aussi au moment de l'épizootie provoquée par *Polydora*. Le pochon 5 était constitué d'un grillage de 14mm de maille qui offrait moins de protection contre l'ensoleillement que le pochon 6 de 5mm de maille. Malgré tout, les grosses huîtres apparaissent plus fragiles surtout vis-à-vis du chambrage. Cette maladie de la coquille, qui rend l'huître impropre à la consommation est provoquée par la dessalure et l'envasement (LE PENNEC, com. pers., 1989). Elle est bien connue en Europe dans les estuaires et a été signalée au Sénégal, à Joal (BLANC, 1970). Le manque d'entretien des pochons qui doivent être retournés pour éliminer la vase et leur position dans la zone intertidale, qui a favorisé un contact trop long avec les eaux douces de surfaces, sont sans doute responsables de cette maladie qui a frappé la totalité de l'élevage mais qui est restée

épisodique parmi les huîtres sauvages. L'annélide *Polydora* n'a pas infesté les jeunes huîtres nées en 1989, nous avons pû le constater sur le collecteur témoin. Celui-ci, sorti de l'eau le 30 juin 1990, n'a pas eu à subir la dessalure, et il eût été instructif de prolonger son immersion 6 mois de plus afin de savoir à quel niveau se manifeste le chambrage. En raison de la stratification des eaux en fonction de la salinité, constatée sur les barrages anti-sel de Djiguinoum et de Guidel, il y a des chances pour que les huîtres fixées sur le support d'origine s'envasent beaucoup moins que les huîtres en pochon.

Sur les deux sites nous constatons que les courbes de croissance des huîtres des deux pochons restent parallèles alors que ces dernières appartiennent à des classes de tailles différentes.

Cela donne à penser que leur croissance est linéaire sur plusieurs années. Cette observation rejoint celle faite durant quatre années par Antoine BLANC à Joal (BLANC, 1962), sur des huîtres élevées au sol qui voyaient leurs poids moyens augmenter d'environ 20 grammes par an :

Age en années	Longueur moyenne en mm	Poids moyen en g
1	64,46	28,70
2	78,41	57,36
3	92,70	83,18
4	99,50	103,50

Comparativement aux régions tempérées, la Casamance bénéficie d'une longue période de reproduction des huîtres, même dans les zones à fortes variations de salinité. A Carabane la forte concurrence biologique peut perturber la qualité du captage et la survie du naissain dont la surabondance sur le collecteur peut constituer une gêne pour la croissance des jeunes huîtres. Une température des eaux dépassant 26°C peut être, dans cette zone, l'indicateur de la période de pose des collecteurs. A Djivent les conditions de recrutement du naissain paraissent brès bonnes, une salinité des eaux inférieure à 30% peut correspondre à la période de captage.

La croissance en pochon a été plus forte à Carabane qu'à Djivent et nous rejoignons là l'observation faite sur la croissance sur les collecteurs témoins dans la zone intertidale.

Le poids moyen a augmenté de 13,3g en un an dans le pochon 3 de Carabane et de 10,1g dans le pochon 5 de Djivent et ces huîtres étaient de classes de tailles équivalentes. Mais , on est loin du poids moyen observé sur les collecteurs témoins qui était de 17,1g pour les huîtres de 8-12 mois à Carabane et de 24,1g pour les huîtres de 7-12 mois à Djivent. La manipulation des huîtres durant les nettoyages et les pesées ont contribué à briser les fines bordures des coquilles et, à en ralentir la croissance qui malgré tout, est restée largement inférieure à celle constatée sur les collecteurs témoins.

La période de forte croissance correspond à la saison froide et le ralentissement ou l'arrêt de cette croissance provoqués par l'activité sexuelle de l'huître explique la présence de stries sur les coquilles des individus âgés de plusieurs années.

Au vu des résultats différents obtenus à Carabane et à Djivent au cours de cette étude deux protocoles d'élevage distincts s'imposent sur ces deux sites.

En ce qui concerne le captage du naissain et le prégrossissement sur le collecteur avant détroquage :

- A Carabane la période de captage est longue et permet d'étaler dans le temps le recrutement des jeunes huîtres. Celui-ci doit se faire sur le site d'élevate actuel loin des arrivées d'eau douce afin d'éviter la fixation d'*Ostrea folium*. D'avril à juillet les collecteurs doivent être placés en immersion permanente, puis, après un mois, tranférés dans la zone intertidale, à mi-hauteur entre les basses mers de vives-eaux et les basses mers de mortes-eaux (couche 100-110cm du collecteur témoin où la survie relative est de 78,2% - tableau I). D'août à octobre les collecteurs doivent être placés à cette dernière hauteur et laissés en place jusqu'au détroquage.

- A Djivent la période de captage est plus courte. Les collecteurs doivent être placés, dès que la salinité est inférieure à 30%, directement au-dessus des basses mers de vives-eaux, ce qui correspond à la hauteur de captage maximal (fig.5). Deux à trois mois plus tard ces collecteurs doivent être transférés en zone d'immersion permanente et laissés en place durant toute la durée du prégrossissement qui précède le détroquage. Cela reste à vérifier, mais nous pensons, que les huîtres qui grossissent en immersion permanente sur le support d'origine ont beaucoup moins de chances d'être sujettes aux chambrage.

Le détroquage devrait donc intervenir en novembre de l'année suivante soit quatorze mois après le captage.

En ce qui concerne le grossissement en pochon des huîtres détroquées :

- A Carabane, afin d'éviter un recaptage sur les huîtres collectées l'année précédente, il est préférable de placer les pochons sur des tables dont le niveau se situe à mi-distance, entre les hautes mers de mortes-eaux et les basses mers de mortes-eaux (fig.4). En novembre, à la fin de la période de captage, ces pochons pourront être redescendus de 40cm entre les basses mers de vives-eaux et les basses mers de mortes-eaux. La vente des plus grosses huîtres, alors âgées de 19 mois interviendrait à ce moment là, au début de la saison touristique.

- A Djivent, les huîtres élevées en immersion permanente durant le prégrossissement et détroquées à partir de novembre, devront être mises en pochons et placées dans la zone intertidale suffisamment de temps pour leur apprendre à résister à l'émersion en conservant leur eau intervalvaire.

L'infestation des coquilles d'huîtres par *Polydora* à Djivent reste un problème dont il faudra trouver une ou plusieurs solutions en s'appuyant sur les travaux réalisés en Europe sur ce sujet, notamment au laboratoire IFREMER de La Trinité, en France. Le transfert des collecteurs ensemencés et des stocks d'huîtres d'un site à l'autre peut être envisagé pour palier à certaines contraintes environnementales.

BLANC A., 1962 - Etude de l'huître de palétuvier (*Gryphea gasar* Adanson). *Rapport dactylographié à Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes, Sénégal* : 1-78.

BLANC A., 1970 - Rapport sur la situation de l'ostréiculture au seuil du IIIème plan et sur l'huître des palétuviers. *Ministère du Développement Rural, République du Sénégal* : 1-31.

CHABOUD C., CORMIER-SALEM M.C., DIAW M.C., KEBE M., 1987 - Approche socio-économique de l'exploitation du milieu casamaçais. *Rev.Hydrobiol.Trop.* 20 (3-4) : 311-323.

CORMIER M.C., 1987 - La cueillette des huîtres en Casamance, place de cette pratique dans le système d'exploitation diola. *Document scientifique numéro 106.* Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. Rép. du Sénégal.

DIOH B.C., 1976 - L'ostréiculture au Sénégal. *Thèse de Doctorat vétérinaire, Ecole Inter-Etat des Sciences et Médecine Vétérinaires,* Dakar : 1-107.

DIOUF P.S., DIALLO A., 1987 - Variations spatio-temporelles du zooplancton d'un estuaire hyperhalin : la Casamance. *Rev.Hydrobiol.Trop.*, 20 (3-4) 1: 233-257.

GILLES S., 1988 - Potentialités et problèmes en aquaculture dans la région de la Casamance au Sénégal. *AQUA REVUE,* 21 : 35-37.

HUNTER J.B., 1967 - A survey of the Oyster populations of the Freetown Estuary, Sierra Leone, with notes on the ecology, cultivation and possible utilisation of Mangrove oysters. *Tropical Sciences,* vol.XI, n°4 : 276-285.

KAMARA A.B., 1982 - Preliminary studies to culture magrove oysters, *Crassostrea tulipa,* in Sierra Leone. *Aquaculture,* 27 : 285-294.

LEUNG-TACK K.D., VINCKE P.P., 1984 - Une étude de la population de l'huître de palétuvier *Crassostrea gasar,* dans le Saloum, de Djiffer à Foundiougne. *Rapport de l'Equipe Pluridisciplinaire d'Etude des Ecosystèmes Côtiers pour l'UNESCO, Division des Sciences de la Mer:* 31-46.

LEUNG-TACK K.D., PAGES J., 1984 - La croissance de l'huître de palétuvier *Crassostrea gasar* dans la lagune de Joal-Fadiouth. *Rapport de EPEEC pour l'UNESCO, Division des Sciences de la Mer* : 115-127.

LEUNG-TACK K.D., PAGES J., 1987 - A prospective study of the oysters-farming in Sénégal, West Africa. *Coastal Zone 87, WW Div. ASCE, Seattle WA* (26-29) : 3164-3177.

PAGES J., DEBENAY J.P., LE BRUSQ J.Y., 1987 - L'environnement estuarien de la Casamance. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 20 (3-4): 189-191.

PAGES J., BADIANE S., DEBENAY J.P., DIOUF P.S., LE BOUTEILLER C., 1986 - Les mécanismes de production dans l'estuaire de la Casamance. "L'estuaire de la Casamance, environnement, pêche, socio-économie". *Actes du Séminaire, Ziguinchor, Ministère du Développement Rural, Rép.du Sénégal* : 39-69.

QUAYLE D.B., 1990 - Les huîtres sous les tropiques, culture et méthodes. *IDRC, TS f* : 1-80.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 89-93

7

DESCRIPTION D'UN NOUVEAU SYSTEME DE FIXATION DES LARVES D'*OSTREA EDULIS* L.

RODRIGUEZ W.[1], ESPINOS F.J.[1], OTERO F.[1] et SILVEIRO N.[2]

[1] *CUMAR, S.A. (Cultivos Marinos Arosa, S.A.) Punta Moreira-Reboredo. O GROVE. Pontevedra (N.W.Spain)*

[2] *NIM, S.A. (Nuevas Industrias Marinas, S.A.) Punta Preguntoiro, VILAXOAN-VILAGARCIA DE AROUSA. Pontevedra (N.W. Spain)*

RESUME : Des taux de survie, supérieurs à 80%, ont été obtenus chez du naissain d'*Ostrea edulis* L. obtenus à l'aide de la technique originale de captage suivante : des plaques de verre recouvertes d'"Extolite" (oxyde de calcium et de magnésium). Ces plaques sont placées dans des cylindres dont le fond est équipé d'un tamis de maille de 140µm. 200 000 larves oeillées sont introduites dans chacun de ces tubes et le naissain est ultérieurement détaché de son support à l'aide d'un racloir à vitres.

Mots clés : *Ostrea edulis*, fixation, nouveau collecteur

DESCRIPTION OF A HIGHLY EFFICIENT SYSTEM FOR *OSTREA EDULIS* L. LARVAL SETTLEMENT

ABSTRACT : *More than 80% of* Ostrea edulis *spat survived by using glass covered with "Extolite" (Ca and Mg oxide) as settlement system. The glasses were introduced into polyester cylinders (40 cm and 35 cm high) with 140 µm net as bottom. 200 000 eyed larvae were introduced into each of the poleyster cylinder. After settlement the* Ostrea edulis *L. spat were detached by using a rasp.*

Keys words : *Ostrea edulis*, settlement, new collector

INTRODUCTION

Une bonne adéquation entre de forts taux de captage et de forts taux de survie du naissain reste une des préoccupations essentielles en écloserie de mollusques.

L'objectif de ce travail est de décrire un nouveau système de captage pour les larves d'*Ostrea edulis* permettant d'obtenir un bon captage et d'excellents taux de survie du naissain.

MATERIEL et METHODES

1.6 * 10^6 larves oeillées d'*Ostrea edulis* ont été réparties, équitablement et de façon homogène, dans 8 cylindres, en polyester, de 35cm de hauteur et 40cm de diamètre et dont le fond était muni d'un tamis de maille de 140 µm. Un "air-lift" assurait la circulation de l'eau dans ces systèmes. Les collecteurs étaient constitués de plaques de verre de 10 * 25cm, préalablement enduites d'Extolite. Dans chaque cylindre trois vitres étaient disposées sur un quatrième en formant un plan incliné (photo 1).

Lorsque ces plaques sont suffisamment recouvertes de naissains, de nouvelles vitres sont introduites dans ces cylindres et ce pendant 7 jours. A l'issue de cette période, le nombre de larves restantes et le nombre cumulé de naissains sont déterminés dans chacun des cylindres. Une surveillance journalière du naissain est assurée jusqu'à sa rétention par un tamis de 500 microns. Cette surveillance nous permet d'établir l'existence de blessures produites par le détroquage (photo 2) et la mortalité associée.

RESULTATS

Rappelons que le nombre initial de larves par cylindre est de 200 000. Le nombre cumulé de naissains fixés, le nombre cumulé de naissains récupérés après détroquage et les taux de survie de ces derniers, par cyclindre, sont rapportés dans le tableau I.

Photo 1 : Disposition des plaques de verre recouvertes d'exolite dans un cylindre d'élevage larvaire.

Photo 2 : Technique de détroquage du naissain fixé.

N° du cylindre	Nombre de naissains fixés x 1000	Nombre de naissains récupérés x 1000	% de survie	% de naissains blessés
1	100	100	100	0
2	127	108	85	0
3	102	100	98	0.5
4	135	120	89	0
5	116	106	91	0
6	121	112	92	0
7	165	138	84	1
8	136	122	90	0
Total	1002	906	90.5	

Tableau I - Evolution du nombre de naissains fixés puis détroqués et pourcentage de naissains endommagés au détroquage.

CONCLUSION

Ce nouveau système de fixation et de détroquage permet l'obtention de taux élevés de survie du naissain, supérieurs à 80%. Dans un tel système, l'utilisation de plaques de PVC n'est pas aussi performante puisque seul 40% de survie sont enregistrés. Ce système permet d'obtenir facilement du naissain un à un au détroquage car l'exolite se dissout rapidement et les naissains sont libérés.

L'exolite exerce une protection pour les jeunes post-larves au détroquage car le racloir se glisse entre la vitre et la pellicule d'exolite et n'endommage pas les valves. Au maximum 1% du naissain peut être lésé. Il s'agit donc d'un procédé efficace assurant une fixation correcte des larves d'*Ostrea edulis* et un détroquage pratiquement sans inconvénient pour le naissain.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HIDU H., CHAPMAN S.R. and DEAN O., 1981 - Oysters mariculture in subboreal (Maine, USA) waters : Cultchless setting and nursery culture of European and American oysters. *J.Shell Res.*, 1 (1) : 57-67.

LOOSANOFF V.L. and DAVIS H.C., 1963 - Rearing of bivalve molluscs. *Adv.Mar.Biol.*, 1 : 1-136.

WALNE P.R., 1956 - Experimental rearing of larvae of *Ostrea edulis* L. in the laboratory. *Fish Invest., Lond.*, Ser.II, 20 : 1-23.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 93-106

8

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA PROLIFERATION DE L'ETOILE DE MER : *ASTERIAS RUBENS* EN BAIE DE QUIBERON

BARTHELEMY G.

Comité Interprofessionnel de la Conchyliculture de Bretagne Sud au Laboratoire IFREMER - 56470 LA TRINITE / MER (France)

RESUME : En 1989 et 1990, la Région Bretagne a accordé des subventions à la Section Régionale de la Conchyliculture de Bretagne Sud, pour la réalisation d'une étude visant à lutter contre la prolifération de l'étoile de mer *Asterias rubens* ; cette espèce se développant au détriment des élevages d'huîtres. L'étude réalisée a mis en évidence le comportement alimentaire prédateur de *Luidia ciliaris* vis-à-vis d'*Asterias rubens*. Les résultats démontrent qu'en présence d'*Asterias rubens* et de différentes espèces de mollusques, *Luidia ciliaris* sélectionne systématiquement *Asterias rubens* comme proie. Un essai d'introduction d'une faible densité de *Luidia ciliaris* a été réalisé sur une concession ostréicole en eau profonde de la Baie de Quiberon. Les diverses observations sous-marines ont confirmé le même intérêt de *Luidia ciliaris* et d'*Asterias rubens* et leur faible déplacement durant une période de plusieurs mois d'expérience. En vue de son introduction massive dans la Baie de Quiberon, un essai de reproduction de *Luidia ciliaris* a été effectué en écloserie. L'expérience a cessée en fin de stade larvaire bipinnaria, les causes de mortalités des larves à ce stade restent encore partiellement inexpliquées.

Mots clés : ***Asterias rubens*** **,** ***Luidia ciliaris*****, prédation, contrôle biologique**

STUDY ON BIOLOGICAL CONTROL OF THE PROLIFERATION OF THE STARFISH : *ASTERIAS RUBENS* IN BAY OF QUIBERON (BRITTANY, FRANCE)

ABSTRACT : *In 1989 and 1990, the Brittany Region has conceded a subvention to the shellfish professionnal organisation, for a study on the sea star proliferation* Asterias rubens *; this species is a predator of reared oysters in subtidal zone, specially in the Bay of Quiberon (South Brittany). The sea star species* Luidia ciliaris *has been identified as an* Asterias rubens *predator in laboratory. In presence of* Asterias rubens *and various molluscs species, the exclusive prey* Luidia ciliaris *is* Asterias rubens. *Even deprived of* Asterias rubens *they do not eat any bivalve. The first result lead us to set up an introduction test of* Luidia ciliaris *as the main predator of* Asterias rubens *and their relative spatial stability. In prospect of mass introduction of* Luidia ciliaris *in the bay, reproduction experiments have been realized in laboratory. The mortality caused at the end of the "bipinnaria" stage was not clearly explained.*

Keywords : ***Asterias rubens*** **,** ***Luidia ciliaris*****, predation, biological control**

INTRODUCTION

L'étoile de mer *Asterias rubens* est un prédateur bien connu des bivalves et en particulier des moules de gisements naturels ou d'élevage (JANGOUX , 1979). En baie de Quiberon, les années récentes ont vu une prolifération de cette étoile sur les parcs ostréicoles en eau profonde (MARTEIL , 1979). Le préjudice économique est considérable, directement par mortalité d'huîtres et indirectement par le temps et les moyens consacrés à l'élimination du prédateur par le passage d'engin classique tel que le "Faubert" (temps estimé à 1 jour par semaine sur une concession de taille moyenne). Selon les professionnels, les pertes par mortalité peuvent atteindre 20 à 50 %, quelquefois même 80 % du cheptel, d'où la nécessité de trouver rapidement un moyen de lutte plus efficace et moins coûteux.

L'observation dans un secteur proche de la baie de Quiberon d'étoiles appartenant à l'espèce *Luidia ciliaris*, connue pour être prédatrice d'*Asterias rubens*, a laissé entrevoir la possibilité de lutte biologique.

Les observations d'un certain nombre de contenus stomacaux de *Luidia ciliaris*, en baie de Douarnenez (GUILLOU - Com. pers.) ainsi qu'une première vérification au laboratoire IFREMER de la Trinité/Mer ont confirmé l'attirance de *Luidia ciliaris* pour le prédateur incriminé.

De plus, en 1972 une étude réalisée au Sud-ouest de l'Irlande par Einar BRUN précise que *L. ciliaris* affectionne nettement certaines espèces d'échinoderme telles que : *Asterias rubens, Ophiothrix fragilis, Marthasterias glacialis, Thyone fusus, Psammechinus miliaris*... etc, contrairement aux consommations négligeables de mollusques ou de crustacés

Cependant, la mise en place d'un moyen de lutte tel que l'introduction de *Luidia ciliaris* dans la baie de Quiberon nécessite au préalable une étude sérieuse sur cette étoile, notamment sur le comportement alimentaire général et possibilité de survie et d'adaptation dans un site inhabituel.

Un certain nombre de questions sur les conséquences de l'introduction d'une espèce quasiment inexistante dans la baie de Quiberon et sur les répercussions de celle-ci sur l'écosystème considéré, ont été les principales préoccupations de cette étude.

Le comportement alimentaire de l'étoile de mer *Luidia ciliaris* est étudié de façon précise en milieu contrôlé (bassin) et complété par des observations en milieu naturel (cages immergées en baie de Quiberon). Ces deux études ont permis de vérifier l'adéquation entre son comportement en milieu artificiel et naturel.

De plus, la faible disponiblité de l'espèce *Luidia ciliaris* dans le milieu naturel, nous a conduit à envisager sa reproduction contrôlée en écloserie. Le présent travail ne traite que l'aspect morphologique externe des formes observées, depuis la fécondation jusqu'au stade larvaire bipinnaria.

MATERIEL ET METHODES

1°) Comportement alimentaire de *Luidia ciliaris*

Pour l'étude en laboratoire, nous avons utilisé 3 bassins en chlorure de polyvinyle, d'un volume de 3 mètres cube pour une surface au sol de 4 mètres carrés, équipés d'un système de bullage et d'un circuit ouvert d'eau de mer (avec renouvellement de la totalité du volume d'eau 1 fois/semaine). Le choix d'un volume de bassin de cette importance a pour but de limiter les variations physico-chimiques du milieu ainsi que le "stress" des animaux en élevage (BRIAND , 1989).

L'ensemble du dispositif a fonctionné de façon satisfaisante pendant l'année d'étude et s'est révélé adéquat.

Pour l'étude en milieu naturel, nous avons dû concevoir un modèle d'enceinte permettant de maintenir les animaux sous surveillance alimentaire tout en leur assurant des conditions habituelles d'existence.

Quatre cages de forme rectangulaire ont été réalisées à l'aide de tables ostréicoles, composées de tiges d'acier soudées à la base.

D'une surface au sol (non grillagé) de 1 mètre carré, ces cages ont été munies d'un habillage plastique de type poche ostréicole (maille de 14 mm), afin de rendre l'ensemble de l'enceinte ainsi réalisé "étanche" aux autres espèces (prédateurs ou compétiteurs) présentes en baie de Quiberon.

Les quatre cages ont par la suite été immergées dans la partie Nord-Ouest de la baie de Quiberon, sur des fonds de 5 m au zéro des cartes, d'une granulométrie fine, sablo-vaseuse.

Nous avons réparti dans les différentes enceintes une quinzaine de *Luidia ciliaris*, à raison de 3 individus par cage ou par bassin. La disposition en a été la suivante :

EN BAIE DE QUIBERON : 3 *Luidia ciliaris* mâles dans les
cages n° 2,3 et 4
La 4ème cage étant
réservée au stockage d'*Asterias*
rubens utilisées pour les
différents essais en milieu naturel.

AU LABORATOIRE : 3 *Luidia ciliaris* dans les bassins
n° 1, 2 et 3,

Nous avons obtenu dans l'ensemble une bonne survie des *Luidia ciliaris* captives, en milieu naturel. Elles ont pris place dans chaque cage en s'enfouissant légèrement dans le sédiment et ont montré une bonne adaptation aux conditions physiques et hydrologiques de la baie de Quiberon, en particulier pendant la période estivale où les températures se sont élevées jusqu'à 19-20° C à 5 m de profondeur.

Pour les deux essais réalisés simultanément en milieu naturel et artificiel, nous avons adopté le même mode d'approvisionnement en *Asterias rubens* : à chaque visite, nous avons complété le stock d'*Asterias rubens* à six individus et par cage. Les *Luidia ciliaris* en laboratoire ont bénéficié d'un apport en *Asterias rubens* constant.

2°) Introduction de *Luidia ciliaris* en Baie de Quiberon

Pour la réalisation de cet essai, le choix du site s'est porté sur un semis expérimental d'huîtres plates, situé au Sud-Est du parc IFREMER n° 23.62 de la baie de Quiberon.

Le matériel technique se limite à un assemblage de cordages disposé au sol sur le semis considéré et délimitant un carré de 1 hectare divisé en bandes de 20 m x 100 m permettant un repérage facile.

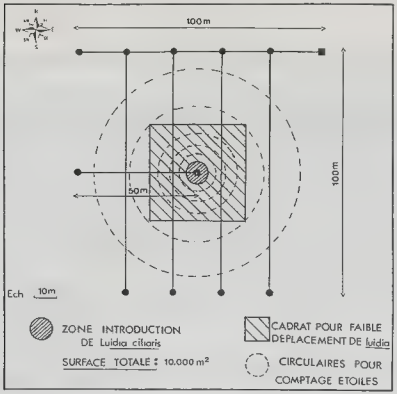


Fig. 1 : Descriptif de l'ensemble du matériel technique au sol

Les cercles en pointillé désignent des simulations de déplacements des plongeurs à chaque intervention, afin d'observer le comportement de *Luidia ciliaris* de façon la plus méthodique possible.

Suivant les principes statistiques d'échantillonnage employés dans de telles circonstances, il a été choisi d'utiliser une stratégie de type systématique selon deux systèmes (FRONTIER , 1983) :

- un système transversal destiné à l'estimation de la population d'*Asterias rubens*, le comptage étant effectué le long de quatre "transects" visualisés par les cordages, un aller-retour permettant de couvrir une surface de 400 à 600 m2, selon la visibilité.

- un système circulaire permettant de suivre les déplacements des *Luidia ciliaris* en les localisant par rapport aux transects. Un cadrat central réduit à 706,5 m2 a été prévu pour limiter les recherches en cas de faible déplacement des individus.

De plus, des échantillons témoins (5 au total) ont également été réalisés en fin d'essai, localisés en périphérie du site expérimental et sur le même type de semis d'huîtres plates.

Le matériel biologique pour cet essai se compose essentiellement des deux espèces d'étoiles de mer considérées, ainsi que du semis d'huîtres plates soit :

- *Ostrea edulis* (18 mois)
Captage 89 sur coques de moule en suspension, semées depuis octobre 1989 sur site.
- *Asterias rubens*, prédateur de divers mollusques, présent en grande quantité en baie de Quiberon.
- *Luidia ciliaris*, prédateur d'*Asterias rubens*, prélevé sur le site de l'Ile de Groix, au niveau des élevages de moules sur cordes.

Le premier échantillonnage d'*Asterias rubens* réalisé sur le semis a mis en évidence une présence de 0,06 étoiles au m2, avec une répartition assez homogène.

Le deuxième échantillonnage effectué cette fois sur le cadrat central a montré une densité de 0,08 *Asterias rubens* au m2.

Deux introductions du prédateur *Luidia ciliaris* ont été réalisées au cours de l'essai : une de 25 étoiles le 16 juillet et l'autre de 8 étoiles le 27 août. Chaque fois, les étoiles ont été immergées en plongée avec précaution et disposées au centre du semis.

La méthode d'échantillonnage employée par la suite, c'est-à-dire du 18 juillet au 20 septembre 1990, a été identique à celle utilisée avant l'introduction de *Luidia ciliaris*. Le nombre total de ces opérations s'est élevé à 15 avec une fréquence de 2/semaine, en moyenne.

3°) Reproduction de *Luidia ciliaris* en écloserie

L'utilisation du matériel de laboratoire suivant a été nécessaire pour la réalisation de cet essai :

- 1 bac d'un volume de 1 m^3 pour la phase de maturation des géniteurs (mâles et femelles).

- 2 bacs d'un volume de 120 litres pour la fécondation, la ponte et l'élevage larvaire.

- eau de mer filtrée sur filtre à sable (50 - 100 µ) avec oxygénation classique.

- microscope binoculaire grossissement (10 - 20 - 30 et 40), adjoint d'une caméra vidéo 8 mm + boîtier photos + enregistrement sur bande vidéo.

Les géniteurs provenant du secteur de Groix, ont été stockés au préalable dans un bac d'1 m3 pendant la période de maturation, avec une eau filtrée maintenue à une température moyenne de 19 à 29° C.

Pendant toute la phase larvaire, l'apport nutritif était constitué de 3 espèces phytoplanctoniques :

- Skeletonema (taille environ 10 µ et plus)
- Platymonas apieulata (environ 5 - 6 µ)
- Isochrysis galbana (environ 2 - 3 µ).

Une injection de 1 ml de 1 METHYL-ADENINE à une concentration de 1 x 10 - 4 Mol est réalisée simultanément sur les deux géniteurs mâles et femelles. La substance est introduite au milieu du disque central, à l'intérieur de la cavité coelomique (GEORGE , 1989).

RESULTATS

1°) Comportement alimentaire de *Luidia ciliaris*

Le tableau ci-après résume les résultats de consommation d'*Asterias rubens* enregistrés tout au long des essais pour la période de mai à octobre.

Numéro des essais	Consommation moyenne d'*A. rubens* par semaine/*L. ciliaris*		Composition bassin ou cage
	Milieu contrôlé	Milieu Naturel	
1	0,88	0,66	*L. ciliaris* + *A. rubens*
2	0,68	0,43	*L. ciliaris* + *A. rubens* + bivalves

Tableau 1 : comportement alimentaire de *Luidia ciliaris* en milieu contrôlé et en milieu naturel.

L'étoile de mer *Luidia ciliaris* à taille adulte consomme en moyenne 0,7 *Asterias rubens* (de petite et moyenne taille), par semaine et par individu, soit 1 *Asterias rubens* tous les dix jours.

Ces consommations ont été observées avec des *Luidia ciliaris* confinées en bassin et en cage, n'ayant pas à chercher leur nourriture et donc bénéficiant de besoins énergétiques inférieurs à la normale.

D'une manière générale, *Luidia ciliaris* affectionne les *Asterias rubens* de petite taille (jusqu'à 1/3 de sa propre taille).

En présence d'*Asterias rubens* et de différents mollusques tels que les huîtres creuses et plates, moules, palourdes et coquilles Saint-Jacques, *Luidia ciliaris* sélectionne systématiquement *Asterias rubens* comme proie (pour son alimentation). En l'absence d'*Asterias rubens*, elle ne manifeste aucun intérêt pour les bivalves présents en bonne santé, pendant une période significative de cinq à six mois d'expérience.

Cependant, après une longue période de jeûne, *Luidia ciliaris* a été capable de consommer la chair de coquilles Saint-Jacques affaiblies par cinq mois en milieu défavorable et la chair de moule ouverte ; par contre elle n'a manifesté aucune attirance pour les huîtres plates et creuses ou pour les palourdes, mêmes ouvertes.

2°) Introduction de *Luidia ciliaris* en Baie de Quiberon

Trois étoiles, soit moins de 10 % sont mortes en 48 h d'immersion. Cette mortalité peut être attribuée au stress provoqué par les manipulations diverses et le changement de milieu, puisqu'aucune mortalité n'a été enregistrée ensuite.

Six jours après l'introduction, les premiers déplacements de trois étoiles ont été observés, à plus de 30 m du centre du semis.

Sur un total de 33 individus immergés, 10 ont été retrouvés dans le cadrat expérimental de 1 ha en fin d'essai, c'est-à-dire à moins de 70 mètres du point de départ.

D'une façon générale, les déplacements ont été orientés. La direction la plus fréquente étant Est/Sud-Est, c'est-à-dire vers la sortie de la baie. Cette direction étant également celle des courants dominants (de KERGARIOU et al., 1984).

L'activité de prédateur de *Luidia ciliaris* s'est confirmée au cours des plongées successives, de nombreuses observations de capture et de consommation d'*Asterias rubens* ayant été faites.

La figure n° 2 ci-après présente l'évolution de la densité d'*Asterias rubens* sur le semis après l'introduction de son prédateur.

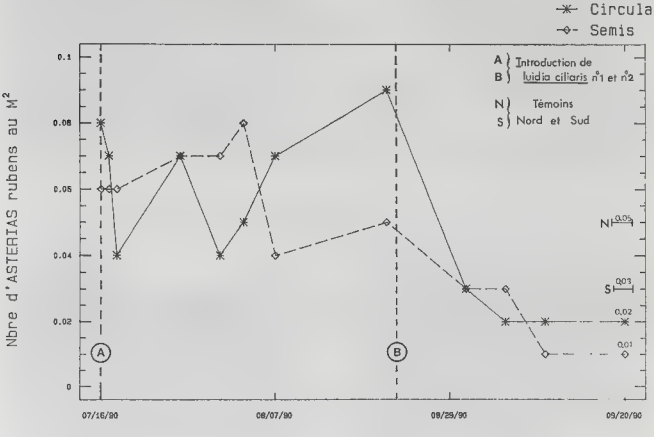


Fig. 2 : Evolution de la densité d'*A. rubens* après l'introduction de *L. ciliaris*

La densité d'*Asterias rubens* a diminué durant les 2 mois de suivi en présence de *Luidia ciliaris* :

En début d'essai, elle était évaluée à 0,06/m^2 sur toute la surface du semis et à 0,08/m2 dans le cadrat central, alors qu'en fin d'expérience, il ne restait plus que 0,01 et 0,02 *Asterias rubens* au m2 dans ces secteurs.

D'autre part, les résultats des échantillonnages témoins ont donné une valeur moyenne de 0,04 *Asterias rubens*/m2 soit au moins deux fois supérieurs aux valeurs précédentes.

Ainsi l'activité prédatrice de *Luidia ciliaris* s'est accompagnée d'une forte diminution de sa proie sur le secteur considéré, sans que l'on puisse toutefois chiffrer le taux de prédation effectif, des réactions de fuites ayant pu contribuer à la baisse de la densité d'*Asterias rubens*.

3°) Reproduction de *Luidia ciliaris* en écloserie

Emission de gamètes

Après cette injection intra-coelomique, les étoiles sont disposées dans des bacs séparés à une température de 22 - 23° C.

L'émission des gamètes a lieu exactement 15 minutes après la stimulation pour l'étoile mâle et 30 minutes pour l'étoile femelle, dans les mêmes conditions expérimentales.

Quelques secondes avant l'émission des produits génitaux, l'animal se dresse soudainement et adopte une position en forme de dôme.

Les oeufs sont en abondance, de couleur orange, plus denses que l'eau de mer et d'une taille moyenne de 60 u. Ils sont rejetés dans le milieu ambiant par les pores génitaux situés sur la face dorsale de l'étoile, à la base et sur toute la périphérie des bras.

Les spermatozoïdes sont, eux, de couleur blanchâtre, également en abondance, très actifs et d'une taille voisine du micron. Ils sont rejetés dans le milieu externe de la même façon que les oeufs.

Fécondation externe

Comme chez la plupart des échinodermes, la fécondation naturelle est réalisée dans le milieu ambiant, de façon aléatoire.

Pour cette expérience, elle a eu lieu artificiellement au laboratoire le 3 juillet 1990 à 11 h 30 (To).

Un volume de 500 ml d'eau de mer comprenant une certaine densité de spermatozoïdes (non mesurée) est prélevé puis ajouté au bac de ponte d'oeufs de 120 l. Un léger bullage est disposé au fond du bac afin d'éviter une sédimentation possible des larves.

La fécondation est instantanée avec expulsion du globule polaire à To + 30 minutes pour la plupart des ovocytes (Pl. I.A.).

Développement embryonnaire

1 - Segmentation

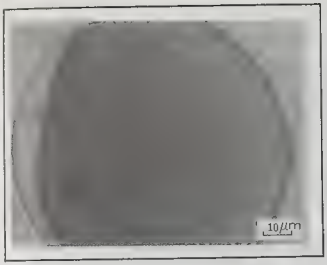
La période embryonnaire débute dès l'apparition de la membrane ovulaire (ou de fécondation) de nature muqueuse et la première segmentation est observée peu de temps après.

Cette première division (2 cellules) apparaît à To + 60 minutes (Pl I.B.) on observe également une multitude de spermatozoïdes gravitant énergiquement autour des ovocytes déjà en première phase de division cellulaire. Les divisions se succèdent ensuite toutes les trente à soixante minutes jusqu'à la cinquième et dernière qui donne 32 cellules, quatre heures après la fécondation, pour une grande partie des embryons.

2 - Stade Morula

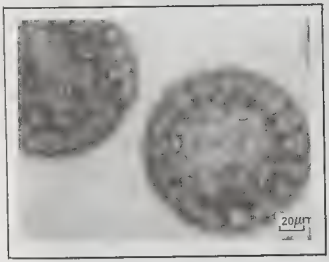
Le stade morula est observé ensuite à To + 10 h 00 (Pl I.C.). C'est à ce moment que s'accentue le décalage des phases de développement entre les embryons. Certains embryons étant au stade morula alors que d'autres n'ont à peine dépassé le stade de la deuxième division cellulaire.

PLANCHE I

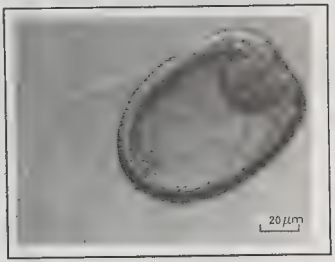


A. Expulsion du globule polaire à T0+30'

B. Première division cellulaire à T0+60'

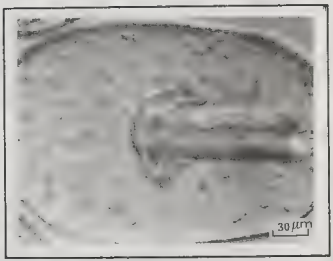


C. Stade morula à T0+10h00



D. Expulsion de l'embryon de son enveloppe ovulaire à T0+ 16h00

E. Stade gastrula à T0+ 20h00



F. Evolution de la gastrula avec individualisation et isolement des cavités coelomiques à T0+ 24h00

3 - Stade Blastula

Les premiers stades blastula sont observés à To + 12 h 00, soit 2 h 00 après le stade morula.

4 - Stade Gastrula

Le stade gastrula est marqué par l'expulsion de l'embryon de son enveloppe ovulaire (GRASSE, 1948). A To + 16 h 00, une grande partie des embryons se débarassent de leur enveloppe de fécondation. Ils y parviennent après avoir effectué une véritable déchirure de cette enveloppe (Pl I.D).

Une fois sortis, ils commencent à nager en effectuant sans cesse des rotations sur eux-mêmes ; la vie pélagique commence.

L'embryon à ce stade est de forme ovoïde, sa taille moyenne est de 150 µ de long pour 110 µ de large. C'est également au cours de ce même stade que se fait la mise en place des divers feuillets embryonnaires, poursuivie par un phénomène d'embolie, c'est-à-dire par l'invagination d'une partie du matériel végétatif, constituant ainsi l'endoderme et le mésoderme (BEAUMONT, 1973). La blastopore apparaît, établissant les communications avec l'extérieur. Elle donnera ultérieurement l'anus.

5 - Organogenèse embryonnaire

A - Métamérisation de coelome

La métamérisation totale de coelome (ou cavité coelomique) est obtenue en moyenne le 7 juillet, soit 3 jours après la fécondation.

A cette date, l'embryon possède alors 4 coelomes : un antérieur, 2 postérieurs et un moyen (Pl I.F.).

B - Evolution des feuillets

Chez la plupart des embryons, l'ectoderme et le mésenchyme évoluent rapidement. C'est à ce stade que se constitue le squelette larvaire (GRASSE, 1948). Le développement de l'embryon est observé jusqu'au 7 juillet soit 4 jours après la première division cellulaire.

Un premier essai de nutrition est effectué à la même période (6 juillet) avec succès :

Le processus d'absorption de phytoplancton et le rejet de fèces sont observés chez la plupart des individus ayant atteint la taille de 400 µ de long.

Le phytoplancton est essentiellement composé de 50 % de Pavlova lutherie et 50 % d'Isochrysis galbana, à une concentration maximum de 400 cellules/ml.

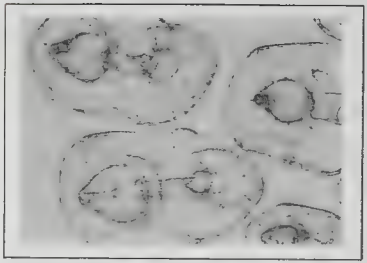
IV - Période larvaire

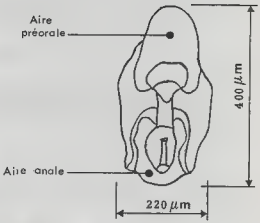
1 - Stade larvaire bipinnaria

C'est à cette période que l'embryon gastrula nageante se transforme en une larve pélagique bilatérale, dénommé Dipleurula (GRASSE, 1948).

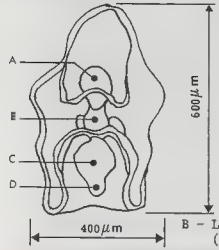
Vers le 8 juillet, apparaît une ébauche sensible du stade larvaire bipinnaria chez quelques larves (Pl II.A.).

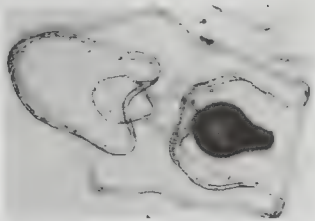
PLANCHE II



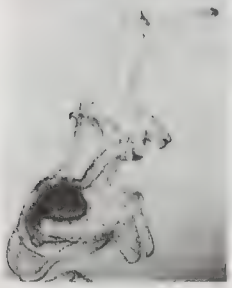


A - Ebauche du stade larvaire bipinnaria à TO+ 5 jours



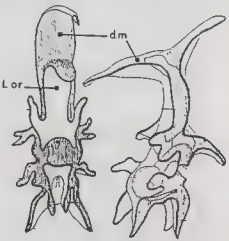


B - Larve à TO + 8 jours disposant d'un tractus digestif complet
(A : bouche - B : oesophage - C : estomac - D : intestin)



C - Larve complète bipinnaria TO+ 27 jours

C



D - Bipinnaria de *Luidia* montrant le lobe pré-oral (*L.or*) très développé et le bras médio-dorsal (*dm*) extrêmement long (d'après Grassé, 1948).

Ce changement physiologique se traduit principalement par un allongement progressif mais significatif de l'individu et par la première apparition d'un certain nombre d'appendices sur la périphérie du corps.

Les larves les plus développées disposent maintenant d'un tractus digestif complet comprenant : bouche, oesophage, estomac, intestin et anus (Pl II.B.) (DOUGLAS , WILSON, 1975).

Pendant la période du 8 au 21 juillet, peu de changements sont notés chez la plupart des larves dont la croissance est relativement longue.

Le 4 août, soit exactement 27 jours après le début de ce stade, la larve bipinnaria est complète, montrant le lobe pré-oral très développé et le bras médio-dorsal extrêmement long (Pl II.C).

C'est à partir de cette date que la mortalité des larves a augmenté considérablement. Elles n'ont pu atteindre le deuxième stade larvaire, brachiolaria, précédant la métamorphose finale.

La figure n° 3 présente la croissance des larves ayant atteint la fin du stade bipinnaria.

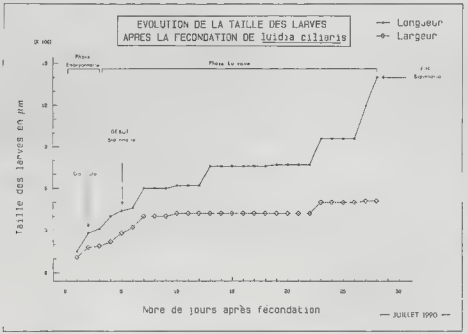


Fig. 3 : Evolution de la taille des larves avec ses différents stades.

DISCUSSION ET CONCLUSION

1°) Comportement alimentaire de *Luidia ciliaris*

Ce mode de lutte biologique, s'il est long et délicat à mettre en oeuvre, présente l'avantage d'avoir une efficacité durable contrairement aux moyens de lutte ponctuels et sans cesse renouvelés que sont les procédés mécaniques de capture.

Cependant, bien que les résultats soient satisfaisants, il est nécessaire d'être encore très prudent. En effet, il semble important de prédire l'évolution du comportement de *Luidia ciliaris* dans un milieu tel que la Baie de Quiberon, car il ne faut pas perdre de vue que les individus implantés étaient conditionnés à ne s'alimenter qu'en *A. rubens* dans leur milieu d'origine. Le resteront-ils définitivement si leur proie préférentielle diminue ou disparaît ? Peut-on parler alors de "mémoires alimentaire" ? La poursuite de l'expérimentation sur le comportement alimentaire de *L. ciliaris* s'avère donc nécessaire avant son introduction massive en Baie de Quiberon.

2°) Introduction expérimentale de *Luidia ciliaris* en Baie de Quiberon

La méthode d'échantillonnage employée, la seule compatible avec un effort limité, ne permet toutefois pas des estimations statistiques rigoureuses. Cependant, l'importance de l'écart entre les densités initiales et finales d'*A. rubens* d'une part, la comparaison avec les témoins d'autre part, permettent de conclure à une diminution réelle et significative.

En conclusion, les résultats de cet essai ont confirmé l'action prédatrice de *Luidia ciliaris* sur *Asterias rubens*, montré une bonne adaptation apparente aux conditions de parcs ostréicoles de la baie de Quiberon et un faible déplacement sur une surface donnée, pour une période de plusieurs mois d'expérience.

3°) Reproduction de *Luidia ciliaris* en écloserie

Après une période de maturité satisfaisante, à en juger par l'émission des produits génitaux obtenus en abondance à la suite de l'injection de 1 M.A.D., il ne semble pas que les différentes manipulations effectuées au cours du stade de la fécondation "in vitro" soient la cause de la mortalité accelérée à la fin du stade bipinnaria.

Cependant, par mesure de précaution vis-à-vis des phénomènes de dégradation chimique et organique du milieu provoqués par l'existence de fèces, il a été réalisé un changement d'eau toutes les 24 h 00, nécessitant un tamisage obligatoire du volume total au cours de chaque opération. Il est donc possible que, comparé au développement larvaire naturel, ces fréquentes manipulations aient été réalisés au détriment d'une croissance et d'une survie normale des larves.

Par ailleurs, les fortes chaleurs du mois de juillet 1990 et la qualité médiocre du phytoplancton, observé à la loupe binoculaire, peuvent être également des causes de mortalité.

En conclusion, il est possible que la durée importante du développement embryonnaire et larvaire (stade bipinnaria obtenu 30 jours après la fécondation) et surtout les importantes mortalités observées puissent être attribuées aux conditions de cet élevage.

En effet, il est facile de comparer le temps nécessaire utilisé par MIEKO et al., en 1982 pour l'obtention de juvéniles de *Luidia quinaria*, soit 40 jours après la fécondation, pour mettre en évidence le problème important de condition normale d'élevage au cours de cet essai.

En conséquence, à partir de ces premières observations, un prochain essai sera réalisé, suivant un protocole amélioré, comportant d'une part, l'élaboration d'un phytoplancton de bonne qualité tout au long de l'élevage larvaire et d'autre part, une réduction des changements d'eau pendant l'essai.

BEAUMONT A., CASSIER P., 1973 - Biologie animale des Protozoaires aux Métazoaires épithélionenrieus - DUNOD - Tome 2 - p. 874 - 880.

BRIAND F., 1989 - Notion de stress en élevage intensif - Mémoire de fin de premier cycle - p. 100 - 110.

BRUN E., 1972 - Food and feeding habits of *Luidia ciliaris* echinodermata : *Asteriodea* - J. mar. biol. Ass. U.K. 52, p. 225 - 236.

CAMBELL A.C., NICHOLLS J., 1976 - The sea shore and shallow seas of Britain and Europe. The Hamlyn Publishing Group - p. 238 - 253.

DOUGLAS P., WILSON, 1975 - Some observations on bipinnaria and juveliles of the starfish genus *Luidia*. The laboratory Marine Biological Association, Citadel Hill, Phymouth - p. 467 - 478.

FRONTIER S., 1983 - Stratégies d'échantillonnage en écologie - Presses de l'Université Laval - p. 75 - 80.

GEORGE S., 1989 - Effect of starvation and the time to first feeding on larvae of *Luidia clathrata* - Proceeding of the International Echinoderme conference.

GRASSE P., 1948 - Traité de zoologie - Anatomie systématique, Biologie, Echinodermes, stomocrodés, procordés, tome XI, p. 273-303.

JANGOUX M., 1979 - Food and feeding mechanisms : *Asteriodea* - Proceedings of the European Colloqium on Echinoderms Brussels - p. 117 - 159.

(de) KERGARIOU G., GUILLAUMIN A., LANGLADE A., 1984 - Etude de population d'étoiles de mer en baie de Quiberon - Lab., cult. marines, La Trinité/Mer - p. 1 - 3.

KOMATSU M., OGURO C., T. KANO Y., 1982 - Development of the sea-star, *Luidia quinaria von Martens* - Inter. Echino. Confer., Tampa Bay - J.M. Laurence, ed. (A.A. Balkema, Rotterdam) p. 497 - 503.

MARTEIL L., 1979 - La conchyliculture française - la lutte contre les ennemis de l'huître et de l'ostréiculture - Rev. Trav. Inst. Pêches. Marit., Tome XLIII, fascicule 1 - p. 408 - 426.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 107-118

9

RESULTATS D'UNE INTERVENTION SUR UNE PARASITOSE A *PROCTOECES MACULATUS* (TREMATODA, DIGENEA) AFFECTANT LA MYTILICULTURE DE L'OUEST COTENTIN

LE BRETON J. et LUBET P.

Institut de Biochimie et de Biologie Appliquée, Esplanade de la Paix, 14032 CAEN Cédex (France). Station Marine, Rue du Docteur Charcot, 14530 LUC / MER

RESUME : En 1983, une parasitose à *Proctoeces maculatus* (LOOSS, 1901) ODHNER, 1911 (*Trematoda, Digenea, Fellodistomatidae*), était observée pour la première fois par les auteurs dans les élevages sur bouchots de *Mytilus edulis* L. de la côte ouest du Cotentin. Analysant la répartition de la prévalence sur l'estran et les données bibliographiques,il était suggéré que ce parasite devait suivre un cycle évolutif encore jamais observé sur les côtes françaises et que l'hôte le plus probable pour la forme ovigère (adulte ou métacercaire progénétique) ne devait pas être un poisson mais le gastéropode *Prosobranche Nucella lapillus*, ce qui fut confirmé en 1987. Cette observation a permis aux auteurs de soutenir une campagne d'éradication de ce mollusque prédateur des moules. En 1990, la parasitose a pratiquement disparu, la naissain de 1989 n'apparaissant pas infesté.

Mots clés : *Mytilus edulis, Nucella lapillus, Proctoeces maculatus*, **Trématode, parasitisme**

RESULT OF AN INTERVENTION ON A PARASITISM OF CULTURED MUSSELS BY THE DIGEAN TREMATODE, *PROCTOECES MACULATUS*, ON THE WESTERN COTENTIN COAST

ABSTRACT : *In 1983, the parasitism of* Mytilus edulis *L. by* Proctoeces maculatus *(LOOSS,1901) ODHNER,1911 (*Trematoda, Digenea, Fellodistomatidae*), was recorded for the first time by the authors from mussels farming on stakes (Western Cotentin). After analysing the distribution of the prevalence on the shore and bibliographical data, it was suggested that this parasite must follow a biological cycle that had never been observed on the French coasts and that the most probable host of eggs producer - adult or progenetic metacercaria - would not be a fish but the Prosobranch Gasteropod* Nucella lapillus. *This was confirmed in 1987. This discovery enabled the authors to support a campaign of eradication of this mussels predatory mollusc. In 1990, the parasitism has almost disappeared, the mussel-brood of 1989 appearing not to be infested.*

Keywords : *Mytilus edulis, Nucella lapillus, Proctoeces maculatus*, **Trematoda, parasitism**

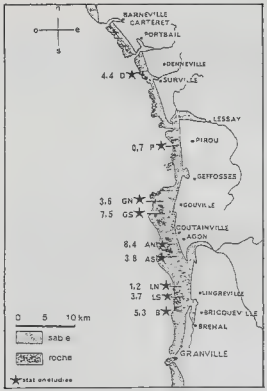


Fig. 1. Densités moyennes de *Nucella lapillus*, par 0,25 m^2, sur les parcs à bouchots étudiés.

D = DENNEVILLE, P = PIROU,
GN et GS = GOUVILLE Nord et Sud,
AN et AS = AGON Nord et Sud,
LN et LS = LINGREVILLE Nord et Sud,
B = SALINES-BRICQUEVILLE.

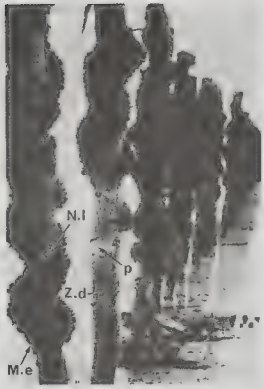


Fig. 2. Bouchots.
M.e : *Mytilus edulis*, N.l : *Nucella lapillus*,
P : ponte de Nucelle,
Z.d : zone dégarnie par prédation.

Fig. 3. *Mytilus edulis* infectée par *Proctoeces maculatus*.
S : sporocystes, m : manteau.

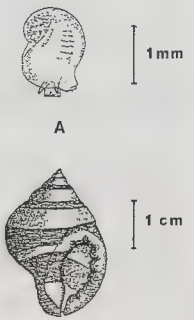


Fig. 4. *Nucella lapillus*
A : jeune individu (recrue)
B : adulte.

INTRODUCTION

Le parasitisme de la moule d'élevage, *Mytilus edulis* L., par les stades larvaires du Trématode digénétique Fellodistomatidae *Proctoeces maculatus* (LOOSS, 1901) ODHNER, 1911, a été observé sur la côte ouest du Cotentin par les auteurs, depuis 1983.

Une étude épidémiologique préliminaire, conduite en 1984 (LE BRETON, KHALFALLAH et LUBET, 1989), a révélé la possibilité d'un impact économique de cette parasitose sur les élevages. De plus, MACHKEVSKII et PARUKHIN (1981) ont observé dans la mer Noire une mortalité massive de *Mytilus galloprovincialis* sous l'action du même parasite. Bien que cette comparaison soulevât la question de l'identité d'action du Trématode chez deux espèces distinctes et dans un environnement différent, en l'absence de données plus précises, elle imposait de considérer cette parasitose comme un danger potentiel élevé pour la mytiliculture Bas-Normande.

Toute intervention sanitaire ne pouvait reposer que sur l'interruption du cycle biologique du parasite, compte-tenu de l'ouverture totale des élevages sur l'écosystème marin et de l'inaccessibilité des animaux cultivés à un quelconque traitement. La découverte du cycle local du parasite (LE BRETON, à paraître) a permis de mettre en oeuvre une telle stratégie.

LES ELEVAGES

La culture de *Mytilus edulis* est pratiquée sur la côte ouest du Cotentin, de Granville à Carteret (fig. 1), sur une plage basse très plate, de sable grossier et de cailloutis, parsemée de bancs rocheux. De forts courants empêchent tout recrutement et il n'existe pas de moulière naturelle locale.

Le naissain est importé de Vendée (Noirmoutier) et de Charente où il est capté, au printemps, sur des cordes de coco. D'abord étendues entre des barres horizontales ("chantiers"), ces cordes sont enroulées en juillet sur des pieux de chêne enfoncés verticalement dans le sol ("bouchots")(fig. 2), du médio-littoral moyen à l'infra-littoral. Elles sont soumises à un rythme de marée semi-diurne dont le marnage moyen varie de 5 mètres en morte-eau à 11 mètres en vive-eau. Les moules subissent donc un temps d'immersion d'autant plus long qu'elles se situent à un niveau plus bas sur les pieux et sur l'estran. Elles atteignent la taille de 4 à 5 cm à la fin de leur première année d'élevage et elles sont commercialisées au cours de la deuxième année.

L'activité mytilicole de cette région est importante et se traduit par une production moyenne d'environ 10 000 tonnes par an.

LA PARASITOSE

1) L'infection.

La moule est le premier hôte intermédiaire du cycle biologique de *Proctoeces maculatus*. Elle est infectée dès la première année d'élevage. Les stades larvaires (sporocystes) s'y multiplient et envahissent les espaces interviscéraux où ils se développent, notamment les lacunes sanguines et le tissu conjonctif intergonadique du manteau. Au fur et à mesure de leur progression, l'activité génitale cesse dans les tubules gonadiques situés à leur voisinage immédiat. En fin d'évolution le manteau est exsangue, entièrement vidé de ses substances de réserve et de ses cellules germinales actives. Il présente l'aspect d'une fine membrane transparente entièrement colonisée par les stades larvaires du parasite (fig. 3). En 1984, au mois de janvier qui suivait la mise sur pieu, 5,4 % des moules étaient infectées. Parmi celles-ci, 35 % étaient en fin d'évolution.

2) La mortalité.

Cette évolution semble fatale pour la moule. L'étude conduite en 1984 a montré que les femelles de première année, qui étaient en moyenne près de quatre fois plus souvent parasitées que les mâles au mois de janvier, ont présenté ensuite une mortalité beaucoup plus élevée puisque la sex-ratio (rapport du nombre de mâles sur le nombre de femelles) est passée de 0,98 en janvier à 2,10 au mois de juillet, révélant la disparition d'au moins 53 % des femelles. En même temps la prévalence (pourcentage d'animaux examinés, parasités) tombait à 1,42 % pour l'ensemble de la population.

Sous réserve que la parasitose ait bien été la cause de cette mortalité (elle a été la seule pathologie décelée chez les moules étudiées), la prévalence s'est nécessairement élevée après le mois de janvier pour atteindre au moins les 53 % de femelles disparues ainsi que 13 % de mâles (un mâle parasité pour quatre femelles). Ces derniers ont probablement disparu aussi puisque la prévalence observée en juillet est devenue trop faible pour les contenir. La mortalité aurait donc affecté 33 % de la population au moins. Ce phénomène est à rapprocher de la mortalité massive de *Mytilus galloprovincialis* sous l'action du même parasite, observée par MACHKEVSKII et PARUKHIN en 1981.

Ces estimations doivent être considérées avec précaution car elles reposent sur une analyse de terrain ponctuelle. Elles ont constitué néanmoins un indice précieux dont nous avons choisi de tenir compte aussitôt, n'ayant pas la possibilité, sur le moment, d'engager une investigation épidémiologique plus approfondie. Si cette parasitose affectait bien l'ensemble des élevages du Cotentin comme certaines observations le laissaient à penser, la perte pouvait être estimée en 1984 à près de 4 000 tonnes soit 20 milliards de francs pour la région.

3) La baisse de croissance.

D'autre part, au mois de janvier, sur une population de première année non encore perturbée par les mortalités, la prévalence augmentait lorsque la taille des moules diminuait. Cette observation est en accord avec celle de MACHKEVSKII (1982) qui note, dans la mer Noire, une baisse de la vitesse de croissance de *Mytilus galloprovincialis* de 1,5 à 2 fois dans les cas d'hyperinfection par les stades larvaires du même parasite. Ainsi, sous réserve que la corrélation taille-prévalence soit bien interprétée, à savoir que ce soit bien une prévalence élevée qui détermine une taille moyenne de l'hôte inférieure à la normale et non l'inverse, la parasitose pourrait affecter la croissance des animaux lorsqu'elle ne les tue pas et par conséquent diminuer encore par ce biais la productivité des élevages.

LE CYCLE BIOLOGIQUE DU PARASITE.

1) Données bibliographiques.

a - Le cycle type que l'on pouvait prévoir à priori pour *Proctoeces maculatus* était le cycle complet à 3 hôtes proposé par PREVOT en 1965 : sporocystes et cercaire chez une moule, métacercaire chez un Annélide Polychète et adulte chez un poisson. Ce cycle a été observé en Méditerranée par MARTINEZ (1972), dans la région de Sète : le rectum de poissons *Labridae* du genre *Crenilabrus* héberge la forme adulte dont la maturité sexuelle s'observe en mer de l'automne au printemps (septembre à mars). Durant ces mêmes périodes, les oeufs pondus par ces adultes libèrent chacun une larve miracidium qui recherche le premier hôte intermédiaire, *Mytilus galloprovincialis*. Chaque miracidium qui pénètre dans une moule évolue en un sporocyste primaire. Ce dernier produit d'autres sporocystes qui eux-mêmes prolifèrent et se développent durant les mois froids, jusqu'à la fin du printemps suivant.

Puis, au cours des mois de mai à novembre, certains sporocystes émettent des cercaires qui sortent de la moule pour parasiter la cavité générale de l'Annélide *Leptonereis glauca* (deuxième hôte intermédiaire) où elles évoluent en métacercaires. Les poissons s'infestent en ingérant ces Annélides, chaque métacercaire évoluant alors en un ver adulte dans l'hôte définitif.

b - Cependant, l'analyse bibliographique faite lors de l'étude précédente (LE BRETON et al,1989) révèle que ce parasite présenterait une spécificité très large. Selon BRAY (1983), il aurait été décrit sous plus de 20 synonymes. Et si les sporocystes et les cercaires n'ont été observés que chez des bivalves, la métacercaire aurait été vue chez des Annélides Polychètes, chez des Mollusques Polyplacophores, Bivalves, Gastéropodes et Céphalopodes ainsi que chez des Echinodermes Echinides. La forme ovigère (adulte ou métacercaire progénétique) aurait été reconnue chez 59 espèces de poissons mais aussi chez des Annélides Polychètes, des Mollusques Bivalves et des Gastéropodes.

c - *Proctoeces maculatus* peut aussi raccourcir son cycle. Il peut le réduire à deux hôtes invertébrés par suppression du poisson. Le développement ovigère se réalise alors dans le deuxième hôte invertébré. Si l'on accepte les synonymies proposées, la forme ovigère (adulte ou métacercaire progénétique selon les auteurs) a ainsi été reconnue chez des Annélides Polychètes, des Mollusques Bivalves et des Gastéropodes dont *Gibbula umbilicalis* (DOLLFUS, 1964), *Buccinum undatum* (LOOS-FRANK, 1969), *Nucella lapillus* (BRAY et GIBSON, 1980; PONDICK, 1983), *Crepidula* (AITKEN-ANDER et LEVIN, 1985), toutes espèces présentes sur les parcs d'élevage du Cotentin.

Proctoeces maculatus peut encore réduire son cycle au seul premier hôte qui devient alors hôte unique. Tous les stades, larvaires et adulte, ont ainsi été observés chez *Mytilus edulis* par STUNKARD et UZMANN en 1959.

d - Le cycle biologique de *Proctoeces maculatus* semble présenter des constantes géographiques. Ainsi le stade adulte ne parasiterait le tube digestif de poissons que dans les eaux chaudes. Selon PREVOT (1965) puis BRAY et GIBSON (1980), le cycle aurait tendance à s'abréger dans les eaux plus froides. La forme ovigère serait alors hébergée par le premier ou le deuxième hôte invertébré. Il est un fait qu'aucun adulte n'a été signalé dans un poisson au-delà des 46 èmes degrés de latitude Nord et Sud, l'observation la plus septentrionale ayant été faite à Trieste par LOOSS en 1901, et par ODHNER en 1911.

2) Le cycle local.

a - Résultats de l'analyse épidémiologique de 1984 :

Au début de l'étude, la question se posait de savoir si le naissain importé était déjà infesté ou (et) si l'infestation se réalisait localement, sur les "chantiers" ou sur les "bouchots". L'observation, au mois de janvier, de moules de première année à tous les stades de l'infection (multiplication du parasite dans l'hôte), montre que l'infestation (pénétration du parasite dans l'hôte) a commencé dès la première année d'élevage et qu'elle se poursuit. La période d'infestation des moules pourrait correspondre, comme l'a observé MARTINEZ (1972) en mer Méditerranée, aux mois froids, de septembre à mars. Elle serait ainsi en accord avec la mortalité observée qui suppose une élévation importante de la prévalence après le mois de janvier. Cette analyse conduit à penser que les moules subissent une infestation locale.

D'autre part, la prévalence augmentait du haut vers le bas des pieux, quel que soit le niveau sur l'estran. Ce gradient vertical du parasitisme sur les bouchots exprimait une plus grande facilité d'infestation des moules vers le bas des pieux, en relation vraisemblablement avec une plus grande durée d'immersion ou une plus grande proximité du fond. Par contre, pour un niveau donné sur les pieux, il existait une plus grande variabilité de la prévalence selon les différents niveaux de l'estran, le pourcentage d'animaux

infestés ayant plutôt tendance, cette fois, à croître du bas vers le haut de la plage. La durée d'immersion n'était donc pas le facteur régulateur dominant de la prévalence, celle-ci paraissant être liée plutôt à un paramètre qui restait à déterminer, tel que la proximité d'un vecteur d'infestation qui serait plus fréquent vers le bas des pieux et vers le haut de l'estran. Ces variations de la prévalence évoquant l'aire de répartition d'un hôte infestant plaidaient, elles aussi, pour une infestation locale. Celle-ci ne pouvait alors intervenir au plus tôt qu'après la pose des cordes sur les pieux, à partir du mois de juillet. D'autre part, si *Proctoeces maculatus* s'était fixé sur le site des élevages il était essentiel de connaître son cycle biologique local et les espèces qui en hébergeaient les stades.

Localement, il était possible, à priori, de trouver la forme ovigère dans toute espèce benthique de Poisson, d'Annélide ou de Mollusque présente près des élevages. Selon l'analyse bibliographique cependant, les espèces locales les plus probables étaient des Mollusques Bivalves ou Gastéropodes. Parmi ceux-ci se distinguaient *Buccinum undatum* et *Gibbula umbilicalis*, présents sur l'estran et plus particulièrement *Nucella lapillus*, prédateur de *Mytilus edulis*, abondant sur les bouchots. La répartition de cette dernière espèce sur les pieux et sur le sol pouvait correspondre aux fluctuations de la prévalence, observées particulièrement sur les pieux le long desquels ce prédateur grimpe à partir du fond.

b - Observation de la forme ovigère :

En octobre 1987, LE BRETON, qui avait émis l'hypothèse précédente, a recherché et trouvé la forme sexuée de *Proctoeces maculatus* dans le rein du Gastéropode *Nucella lapillus* (fig. 4 B), sur des animaux collectés au bas de pieux implantés au niveau des Basses Mer de Coefficient 85. Des individus juvéniles et des individus matures ont été observés. Ces derniers correspondent, par les différents critères anatomiques habituellement utilisés, aux formes adultes de *P. maculatus* décrites par les auteurs (à paraître). Cette découverte a confirmé la valeur des données bibliographiques et la fiabilité de l'analyse épidémiologique préliminaire, ponctuelle mais précise.

c - Discussion :

Bien qu'aucune étude n'ait été systématiquement conduite, le parasite n'a jamais été observé dans le naissain. Le cycle raccourci au seul hôte *Mytilus edulis* n'a pas été observé non plus comme STUNKARD et UZMANN l'ont fait en 1959 sur les côtes de la Nouvelle Angleterre. Par contre, le cycle complet à trois hôtes avec la forme adulte chez un poisson n'a pas été recherché Quoique peu probable dans la Manche, au vu des dominantes géographiques de l'espèce qui se confirment, son éventualité ne peut être totalement écartée à priori.

P. maculatus réalise donc localement un cycle raccourci à deux hôtes (fig. 5 A) : sporocystes et cercaire chez la Moule, forme ovigère (métacercaire progénétique) chez la Nucelle. Les moules de première année sont infestées sur les bouchots, de la fin de l'été au printemps suivant à la fin duquel elles paraissent subir une mortalité très élevée. La période d'infestation du deuxième hôte, *N. lapillus*, est inconnue. Peut-être s'étale-t-elle de mai à novembre comme dans le cycle observé par MARTINEZ en mer Méditerranée (le deuxième hôte étant alors un Annélide). Elle serait ainsi en accord avec la nécessité d'une infestation avant la mortalité massive du premier hôte (des cercaires sont visibles dans les sporocystes des moules très infectées, dès le mois de février) et les formes sexuées juvéniles observées en octobre chez le Gastéropode.

L'INTERVENTION

Une stratégie d'intervention reposant sur l'éradication du vecteur de la forme ovigère, *Nucella lapillus*, pouvait donc être envisagée Elle exigeait, en premier lieu, la connaissance de la dynamique de la population locale de ce Gastéropode Prosobranche

pour déterminer les possibilités d'action et les moyens à mettre en oeuvre en fonction de la répartition des animaux et de leur renouvellement sur les parcs et dans l'environnement des élevages.

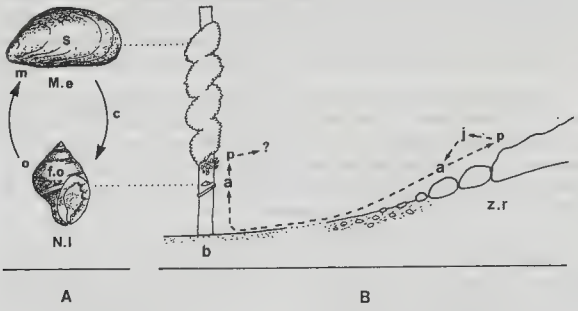


Fig. 5. A : Cycle biologique de *Proctoeces maculatus*.
c : cercaire, f.o : forme ovigère, M.e : *Mytilus edulis*, m : miracidium, o : oeuf, N.l : *Nucella lapillus*, s : sporocystes.

B : Evolution de *Nucella lapillus*.
a : adultes, b : bouchots, j : jeunes, p : pontes, z.r : zones rocheuses.

1) Etude de la population de *Nucella lapillus* :

De 1987 à 1989, des prospections systématiques ont été réalisées sur les parcs et sur les zones rocheuses. Six stations ont été particulièrement étudiées (fig. 1) et trois d'entre-elles ont fait l'objet de relevés mensuels (Pirou, Agon, Salines-Bricqueville).

a - Reproduction.

La Nucelle, ou Pourpre, est un Néogastéropode gonochorique à fécondation interne, ovipare. Au moment de la ponte, les femelles déposent sur le substrat, de préférence vertical, une cinquantaine d'oothèques (capsules ovigères ou urnes) qui contiennent 400 à 600 oeufs de 250 à 600 µm dont moins de 10 % parviennent à l'éclosion, ce qui confirme les observations de FEARE (1970) et HUGUES (1972). La durée de vie embryonnaire est de 30 à 40 jours dans les urnes conservées en élevage. Le développement est direct, les embryons sont éphélicimorphes : ils éclosent sous la forme adulte à la taille de 1 à 1,3 mm (fig. 4 A).

b - Régime alimentaire.

A leur libération, les jeunes possèdent encore du vitellus qui assure un certain temps leur autonomie alimentaire. Ils semblent cependant rechercher très rapidement des proies, en particulier les stades larvaires "Cypris" des Balanes qui se fixent sur les

substrats. Plus tard, cette espèce carnivore continue de se nourrir de préférence de Balanes (*Balanus balanoïdes, Chthamalus stellatus, Elminius modestus*) mais elle peut développer au besoin un régime alimentaire varié et se nourrir de moules et autres bivalves jeunes.

c - Evolution de la population.

Endémique sur les côtes rocheuses de la Manche, la population naturelle de Nucelles s'est considérablement accrue dans les aires d'élevage conchylicole. Dans ces zones elle occupe actuellement deux habitats différents : les parcs à bouchots où les animaux attaquent les moules (fig. 2), pouvant entraîner jusqu'à 50 % de perte par prédation sur un pieu non soigné, et les zones rocheuses proches, généralement situées plus haut sur l'estran.

Sur les zones rocheuses, les densités sont fortes. Elles sont estimées à 12 individus par 0,25 m^2 et peuvent dépasser 50 animaux / 0,25 m^2. L'analyse mensuelle de la distribution des fréquences des valeurs de la taille montre que le recrutement est quasi continu sur les rochers : des jeunes de 1 et 10 mm de hauteur de coquille sont présents toute l'année en même temps que des animaux plus âgés, d'une taille de 20 à 30 mm (fig. 4 B). De la même façon, les pontes s'observent toute l'année. Elles présentent cependant une recrudescence au début du printemps, en automne et à la fin de l'hiver. Sitôt éclos, les jeunes cherchent à se réfugier dans les anfractuosités du substrat et les coquilles vides (Mollusques, Balanes).

Sur les parcs, il n'existe que des grands individus, d'une taille de 30 à 40 mm, plus grands en moyenne que sur les rochers. Les jeunes, de 1 à 10 mm, ne s'y observent jamais. Cette structure est constante toute l'année sur l'ensemble des stations. Le recrutement ne se fait donc pas sur les bouchots bien que les pontes y soient toujours présentes (fig. 2) et aussi abondantes que dans les zones rocheuses. Ce fait provient vraisemblablement de l'absence sur les parcs des abris et de la nourriture dont les jeunes ont besoin au début de leur développement (anfractuosités et larves Cypris de Balanes). D'ailleurs, sur les bouchots où restent des moules âgées qui se détachent du fait de leur byssus faible et cassant, il est parfois possible d'observer la présence de très jeunes individus liée à la fixation de Balanes sur les sommets de ces pieux dégarnis et aux "pistes d'accès" ménagées par la chute de moules. La densité des prédateurs sur ces pieux devient alors considérable.

Le ramassage des "perceurs" par les mytiliculteurs a rendu aléatoire l'estimation de leur densité sur les parcs. Toutefois l'étude suivie de la station des Salines montre que la restauration de la densité à son niveau primitif après ramassage s'effectue en 4 à 5 mois. En l'absence de recrutement au niveau des pieux, il faut en déduire que le stock se reconstitue à partir d'individus plus âgés venant des zones rocheuses voisines. La figure n° 1 donne les densités moyennes, de janvier à novembre 1988, pour les stations étudiées.

Les densités au sein d'une même station varient très peu au cours de l'année et caractérisent une station donnée. Les densités les plus fortes sont trouvées dans les parc établis à proximité des zones rocheuses et lorsque le substrat entre celles-ci et les bouchots est constitué de sédiments grossiers favorisant le déplacement des Nucelles (Pointe d'Agon : 8,4 / 0,25 m^2 ; Gouville : 7,5), avec des densités maximales pouvant atteindre 35 à 40 / 0,25 m^2. La densité diminue lorsque le substrat séparant les rochers des parcs devient plus fin (Agon, sols sableux : 3 à 4 / 0,25 m^2). Enfin les parcs éloignés des zones rocheuses et établis sur des sables très fins ou des vases, présentent de faibles densités (Lingreville Nord : 1,2 / 0,25 m^2 ; Pirou Nord : 0,7). La densité est indépendante de l'âge des moules élevées sur les pieux. Elle est toujours plus forte sur le bas des pieux, dans la zone non occupée par les moules, qu'au niveau des moules elles-mêmes où ces prédateurs peuvent être emprisonnés par les byssus. FISCHER-PIETTE (1935) et PETRAITIS (1987) ont observé un comportement identique sur les moulières naturelles : la densité des Pourpres est très forte dans les zones périphériques des moulières mais très faible au niveau des moules elles-mêmes.

Lorsqu'une rangée de bouchots présente à la fois des pieux garnis de moules et des pieux vides, ces derniers possèdent généralement plus de Nucelles. Celles-ci sont d'autant plus nombreuses qu'ils sont couverts de Balanes.

En conclusion, il apparaît que la population de *Nucella lapillus* de l'Ouest Cotentin exploite deux biotopes : d'une part les rochers, où s'observent les jeunes de 1 à 10 mm et les individus de 20 à 30 mm, et d'autre part les parcs à bouchots vers lesquels migrent dans un but trophique les animaux ayant atteint la taille modale de 30 mm (fig. 5 B). C'est donc à partir des zones rocheuses que la population se renouvelle et diffuse vers les parcs, sur les sols permettant le déplacement des animaux (débris rocheux, cailloux, graviers, sables grossiers) et leur nutrition (Balanes fixées sur ces substrats).

2) Mise en oeuvre de l'intervention

a - L'action sur le terrain a consisté à soutenir et développer une campagne active de ramassage de *N. lapillus*. Il a été recommandé aux mytiliculteurs de ménager des zones de regroupement en laissant tous les 10 pieux un pieu vide avec ses Balanes, l'accumulation des Pourpres sur ces derniers permettant un ramassage plus rapide et susceptible d'être mécanisé. Dans le même temps, des travaux ont été entrepris pour rechercher des appâts et mettre au point des pièges.

Cette protection contre les Nucelles se définit comme une nécessité permanente. Il n'apparaît pas envisageable, en effet, de les éradiquer définitivement des parcs du fait de leur renouvellement constant à partir des zones rocheuses qui sont difficiles à traiter. Cependant, il est possible que les individus situés sur les rochers, plus ou moins éloignés des bouchots, ne soient pas ou peu infestés par *Proctoeces maculatus*. Dans ce cas, l'arrivée sur les parcs de Nucelles non parasitées ne représenterait pas un danger immédiat, pas avant qu'elles ne soient infestées à leur tour à proximité de moules émettrices de cercaires.

Parallèlement, il a été recommandé de ne plus implanter de bouchots au voisinage immédiat des zones rocheuses, surtout lorsque le sol est constitué d'éléments grossiers favorisant le déplacement des Gastéropodes. La meilleure implantation a été définie sur sol de sable fin ou de sédiment vaseux, loin des rochers.

b - Cette démarche prophylactique active, basée sur la protection contre le vecteur de la parasitose, s'est trouvée renforcée par des circonstances favorables qui ont concouru à la qualité des élevages et à la limitation de ce vecteur.

En effet, de 1984 à 1986, des recrutements de naissain abondants et l'intérêt économique suscité par cette activité mytilicole en pleine expansion ont conduit à une élévation de la population des moules en élevage (doublement des lignes de bouchots, pieux surchargés) qui a atteint, avec 12000 tonnes, un niveau de saturation au regard de la productivité primaire faible des eaux de la côte Ouest du Cotentin. Cet état s'est traduit par une pousse médiocre, un byssus affaibli, des chutes sur pieu favorisant l'installation des Balanes et des Nucelles, et des parcs parfois mal entretenus. Depuis 1987, de mauvais recrutements de naissain en Charente ont généré de mauvais rendements et conduit à l'abandon d'exploitations, en général, les plus mal entretenues. La production est redescendue à 9 - 10 000 tonnes environ. Il s'en est suivi une meilleure croissance des moules, mieux fixées et plus résistantes ainsi que des parcs mieux soignés.

Quant au résultat, cette démarche paraît avoir porté ses fruits puisque, sur les stations prospectées, la prévalence du parasite est tombée à 2 % en moyenne en janvier 1989, et qu'elle était voisine de 0 % en 1990.

CONCLUSION

L'éradication de la parasitose à *Proctoeces maculatus* chez la moule d'élevage a été obtenue, au moins

momentanément, par le ramassage systématique sur les parcs du gastéropode vecteur de la forme ovigère du Trématode responsable. Cela conduit à penser que l'infestation des moules se réalisait localement, à partir du seul cycle parasitaire réduit aux deux hôtes invertébrés *Mytilus edulis - Nucella lapillus*. Une étude épidémiologique plus approfondie serait nécessaire pour savoir si la population de Nucelles est infestée sur les rochers et si elle y constitue un réservoir parasitaire important permettant un redémarrage rapide de l'infection en cas d'abandon de la campagne de ramassage actuellement engagée.

Il est à noter que ces élevages, intensifs par leur production, se caractérisent par une influence très forte des facteurs anthropiques. Les générations de moules sont entièrement renouvelées chaque année. Elles peuvent présenter un profil pathologique chaque fois différent du fait notamment de la variabilité de l'origine du naissain et de son transit (trempage en acclimitation dans des bassins géographiquement intermédiaires entre la Charente et la Manche, par exemple). Ces populations successives ne sont pas en équilibre. Les cycles parasitaires et infectieux non plus. Ils sont susceptibles de présenter, certaines années, des poussées épidémiques qui se trouveront brutalement interrompues l'année suivante. Si cette situation peut être un avantage pour éradiquer une infection comme on vient de le voir, elle représente un handicap pour le suivi sanitaire par sa discontinuité et sa forte variabilité.

Enfin, il faut souligner l'aspect insidieux de l'affection étudiée qui entraîne une mortalité diffuse sur les pieux. Celle-ci se traduit par un "amaigrissement" des bouchots qui échappe à la vigilance des professionnels et peut entraîner des pertes économiques considérables à leur insu. Ce phénomène souligne l'intérêt qu'aurait la corporation conchylicole à organiser une analyse et une surveillance sanitaires suivies.

AITKEN-ANDER, P., et LEVIN, N.L., 1985. Occurence of Adult and Developmental Stages of *Proctoeces maculatus* (Trematoda : Digenea) in the Gastropod *Crepidula convexa*. Trans. Am. Microsc. Soc., 104 (3) : 250-260.

BRAY, R.A., 1983. On the fellodistomid genus *Proctoeces* Odhner, 1911 (Digenea), with brief comments on two other fellodistomid genera. Journal of Nat. Hist., 17 (3) : 321-339.

BRAY, R.A., et GIBSON, D.I., 1980. The Fellodistomidae (*Digenea*) of fishes from the northeast Atlantic. Bull. British. Mus. Nat. Hist. Zoology series, 37 (4) : 199-293.

DOLLFUS, R.-Ph., 1964. Metacercaria : *Proctoeces progeneticus* (*Trematoda Digenea*) chez une *Gibbula* (*Gasteropoda Prosobranchiata*) de la côte atlantique du Maroc. Observations sur la famille *Fellodistomatidae*. Ann. Parasit. hum. comp., 39 (6) : 755-774.

FEARE, C.J., 1970. The reproductive cycle of the dog-whelk *Nucella lapillus*. Proc. malac. Soc. Lond., G.B., 39 (2-3) : 125-137.

FISCHER-PIETTE, E., 1935. Histoire d'une moulière. Observations sur une phase de déséquilibre faunique. Bull.biol. Fr. Belg., 69 : 154-180.

HUGHES, R.N., 1972. Annual production of two Nova-scotia populations of *Nucella lapillus*. Oecologia, 8 (4) : 356-370.

LE BRETON, J., KHALFALLAH, N., et LUBET, P., 1989. Etude épidémiologique préliminaire d'une parasitose à *Proctoeces maculatus* (Trematoda, Digenea) chez la moule de bouchot, *Mytilus edulis* L., sur la côte ouest du Cotentin (France). Haliotis, 19 : 347-356.

LOOS-FRANK, B., 1969. Zwei adulte Trematoden aus Nordsee-Mollusken : *Proctoeces buccini* n. sp. und *P. scrobicolariae* n. sp.. Z. ParasitKde, 32 : 324-340.

LOOSS, A., 1901. Ueber einige Distomen der Labriden des Triester Hafens. Zentbl. Bakt. ParasitKde, 29 (9) : 398-405.

MACHKEVSKII, V.K., 1982. Peculiarities of development and biology of the parthenites *Proctoeces maculatus* trematoda in the Black Sea mussels. Zool. Zh. (USSR), 61 (11) : 1635-1642.(en Russe).

MACHKEVSKII, V.K., et PARUKHIN, A. M., 1981. Role of trematodes of the genus *Proctoeces* in some coastal biocenoses of the Black Sea. Vestn. Zool. (USSR), 0 (1) : 59-61.(en Russe).

MARTINEZ, J.-C., 1972. Recherches sur quelques stades larvaires de Digènes parasites de *Mytilus galloprovincialis* Lmk. Thèse Doct. spéc. Biol. An., opt. Parasitol., Montpellier, 199 p., 100 fig.

ODHNER, T., 1911. Zum natürlichen System der digenen Trematoden. III. Zool. Anz. 38 (4) : 97-117.

PETRAITIS, P.S., 1987. Immobilisation of the predatory gastropod, *Nucella lapillus* . Mar. Biol., 78 (2) : 229-233.

PONDICK, J.S., 1983. The Geographical Distribution of an Adult Trematode, *Proctoeces maculatus*, in the Gastropod *Nucella lapillus* from New England. Proc. Helminthol. Soc. Wash., 50 (1) : 174-176.

PREVOT, G., 1965. Complément à la connaissance de *Proctoeces maculatus* (Looss, 1901) Odner, 1911 [syn. *P. erythraeus* Odhner, 1911 et *P. subtenuis* (Linton, 1907) Hanson, 1950]. (*Trematoda, Digenea, Fellodistomatidae*). Bull. Soc. Zool. Fr., 90 (1) : 175-179.

STUNKARD, H.W., et UZMANN, J.R., 1959. The life-cycle of the digenetic trematode, *Proctoeces maculatus* (Looss, 1901) Odhner, 1911, [syn. *P. subtenuis* (Linton, 1907) Hanson, 1950], and description of *Cercaria adranocerca* n. sp.. Biol. Bull., Woods Hole, 116 : 184-193.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 119-126

10

LA CULTURE SUSPENDUE DE *CHLAMYS VARIA*, DE LA NOURRICERIE A LA TAILLE COMMERCIALE, EN GALICE (ESPAGNE)

CANCELO M.J., GUERRA A., FERNANDEZ A., GABIN C. et FERNANDEZ J.

Consellería de Pesca. Xunta de Galicia. Apdo. 208 VILAGARCIA DE AROUSA. Pontevedra. España

RESUME : *Chlamys varia* a un grand potentiel d'élevage en Galice. Cette espèce représente, avec d'autres pectinidés, un complément et une alternative à la culture suspendue de la moule, dominante dans cette région. Dans ce travail on étudie la croissance du naissain obtenu en écloserie, depuis la taille initiale de 6.45 ± 0.75 mm jusqu'à 15 mois. Ce naissain a été élevé à différentes densités et profondeurs. La longueur (H) finale est de 36.49 ± 0.56 mm pour le groupe élevé à une forte densité et en profondeur, tandis que pour le groupe élevé à une faible densité et en surface, elle est de 40.75 ± 0.55 mm. Les diverses densités l'élevage conduisent à des différences significatives en croissance ($p<0.001$) tandis que pour les groupes qui ont été suspendus à différentes profondeurs, ces différences n'existent pas. A la fin de la période, la mortalité est inférieure à 2% dans tous les cas étudiés.

Mots clés : *Chlamys varia*, engin flottant, croissance, mortalité

CHLAMYS VARIA, L. : RAFT CULTURE FROM NURSERY TO COMMERCIAL SIZE IN GALICIA (N.W. OF SPAIN)

ABSTRACT : Chlamys varia *has a great potential of culture in Galicia, and it is likely to be among the pectinids, both a complement and an alternative to raft mussel culture which is dominant in the region. The present work attemps to analyse the growth of nursery spat of 6.46 ± 0.75 mm reared in a raft during fifteen months in different depth and densities. The final average height is between 36.49 ± 0.56 mm in the group of high density in the bottom and 40.75 ± 0.55 mm in those of low density at the surface. Different culture densities have shown significant differences in growth ($p<0.001$). However different depths have not shown such differences. At the end of this period mortality is lower than 2% in all groups.*

Keywords : *Chlamys varia*, raft culture, growth, mortality

INTRODUCTION

Chlamys varia (L.) is a widely distributed species, living along all the Atlantic Coasts from Denmark to Portugal.

In Spain, overfishing of natural stocks has caused a great decrease of the fisheries of this species. No captures were registered in official statistics since 1978.

In Galicia this species, together with the two pectinids nowadays cultured in this area (Chlamys sp. and Pecten sp.), are the second in commercial importance in the group of the so called "secondary species". After mussels, the group is the more promising for culture. At the moment it has become (it may become) an alternative complement to mussel monoculture (250.000 Tm./year), which is the dominant culture in the region.

As a response to the increasing importance of the culture and production of this species, preliminar and recent studies were being carried out in order to know its distribution, natural recruitment, and raft culture. Similar previous works were done by SHAFFE (1980) who described growth and reproduction in Brest (France) and BURNELL (1983) in Ireland. LE PENNEC & DISS-MENGUS (1985) have succeded in the obtention of hatchery spat.

ROMAN et al (1987) and RAMONELL et al. (1990) analyise natural recruitment in Galicia. ACOSTA et al. (1990a) have studied methods of hatchery spat production, and ACOSTA et al. (1990b) and CANCELO et al. (1990) have analyised spat culture and fattening methods in order to reach a commercial production.

The present work aimed at the analysis of growth and production rates of spat reared in raft up to the legal commercial size for a significant part of the population.

MATERIALS AND METHODS

Spat of Chlamys varia obtained in a hatchery in April 1989 and after 3 months of growth, were transfered to a raft in San Ciprian (N. of Galicia) with an average size of 6.47±0.75 mm (x±s.e.). Initial stock was divided at ramdom in four groups in order to determinate the effect of density and depth on the culture, they were cultivated in plastic trays like those used in oyster culture. These trays, 40 cm in diameter and 10 cm high are divided into 4 quadrants on the inside, allowing prismatic boxes measuring 12*12 cm at the base and 10 cm in height, with covers and made out of 1.5 mm mesh ligh-weight plastic netting, to be placed in each (PEREZ-CAMACHO & CUÑA, 1985).

The instantaneous monthly rate of growth, (K), was calculated as follows (ASKEW, 1978; SHAFFE, 1980),

$$b = \frac{(Ht+1)-Ht}{Ht} \times \frac{30}{N} \qquad \text{and} \qquad K = Ln\ (b+1)$$

Ht= Average height at the beginning of a sample period.
Ht+1= Average height at the end of a sample period.
N= Number of days between samples.
Ln= Natural logarithm.

Changes in the morphometric relations between L(length)/H(height) were analized by regression equations, after six and fifteen months.

At the end of the culture period, the effect of depth (1 and 7 m) and density, initial densities were 200 units/quadrant dividing them in october-89 (100 and 200 units/quadrant) and january-90 (50 and 100 units/quadrant)(CANCELO et al., 1990) over the growth (weigh and height), was analysed by a two ways ANOVA. The percentage of individual reaching the legal commercial size (H> 40 mm.) was also calculated.

RESULTS AND DISCUSSION

Figuer 1 shows the variations in temperature and salinity at the surface of the water all along the period of culture. The ranges of average temperatures varies between 11.9°C in January and 18.8°C in August. As for the average salinity, it varies from 25.7‰ in January and 30.8‰ in April. These data are similar to those given by MARTINEZ et al (1990) in this area during the period 1989-90.

Figure 2 shows the instantaneous growth rates for the groups reared at different density conditions. For two groups, growth was similar. The K values were high in spring, this agrees with the maxima of chlorophila indicated by MARTINEZ et al (opus cit), and lower in autumn and winter. A similar evolution was found by SHAFEE (1980) in Brest and ACOSTA et al. (1990) in the Ria de Arosa (Galicia).

The lower growth rates in groups of high and low density were reached in Dec/Jan (0.00, 0.06) and Jul/Aug (0.03, 0.06), and the highest, in Oct/Dec (0.20, 0.21) and Mar/Apr (0.14, 0.16). This could be associated to the food availability in the water, mainly in spring (MARTINEZ, et al., 1990 and ACOSTA et al. 1990b). Growth rates in weight (W) in the same period were higher than thosefor the height (H). Nevertheless they have a similar evolution, as it is usually observed in most bivalve molluscs (CLAUS, 1981).

Figure 3 shows the L/H relations in two periods of the culture corresponding to different density. At the first period (Dec-89), the regression coeficients indicated a negative allometry (L/H). In the second period studied a tendency to isometry appeared as the size increased.

The ANOVA of Table 1 and 2 present the effects depth and density factors have produced in the variables H and W produced by after 15 months of raft culture. Significant differences was found between densities in H ($p<0.001$) and also in W ($p<0.001$). No significant difference were found between depths in the studied period (the last 8 months). Interaction of the two factors has a significating level ($p<0.01$) in weight and ($p<0.01$) in height.

In a previous work CANCELO et al. (1990) found significant differences in growth between groups when maintained at high or low density; this effect is shown in Figure 4 which represents the size frequency distribution after 15 months in the raft. Mean size of high density group in the bottom (36.59±0.56 mm.) and in surface (34.40±0.65 mm.) are lower than those reared at low density in bottom (38.65±0.60 mm.) or in surface (40.75 ± 0.55 mm.). In the last group more than 67% of individuals reached the commercial size (40 mm).

The great raft culture potential in the Galician coast, together with the commercial importance of this species and its culture response (nursery spat reached commercial size in 15 months in raft, mortality -lower than 2% in all groups in the studied period-), point out that this species as suitable for a commercial production.

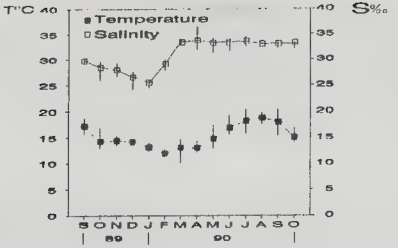


FIG. 1: Evolution of the monthly average values of tmeperature and salinity during the culture. Verticla lines indicate maximal and minimal values each month.

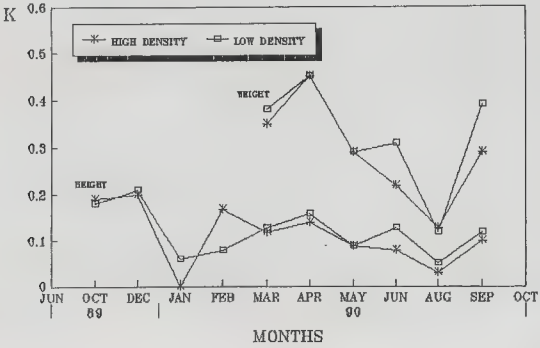


FIG. 2: Instantaneous growth rates in height (H) and weight (W) of different groups of C. varia during the period 1989 - 1990.

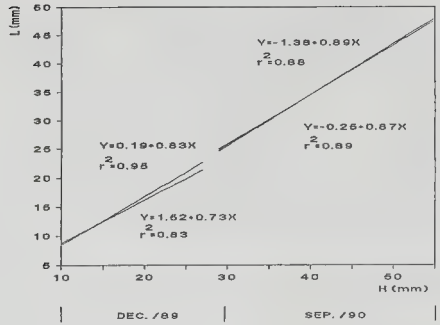


FIG. 3: Morphometric relations (H/L) in two periods of the culture cycle (Dec/89 and Sep/90).

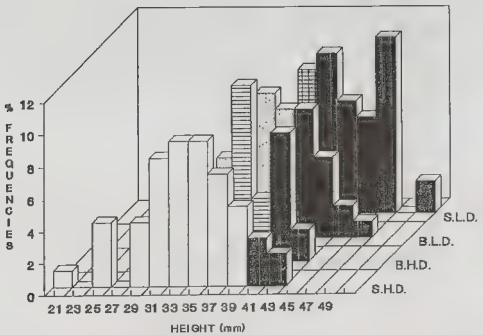


FIG. 4: Height frequency distribution of different groups of C. varia after 15 months in the raft (S.H.D. Surface High Density, B.H.D. Bottom High Density, S.L.D. Surface Low Density, B.L.D. Bottom Low Density). Commercial black scallops (H $\geq$ 40 mm).

SOURCE	D.F.	SUM SQUARES	MEAN SQUARE	F-RATIO
Depth	1	0.105	0.105	0.01 (NS)
Density	1	819.729	819.729	46.10 (***)
Interaction	1	212.597	212.597	11.96 (***)
Error	185	3289.803	17.782	
Total	188	4437.662		

NS= no significative; *** p<0.001

TABLE I. ANOVA between depth and density in height (H).

SOURCE	D.F.	SUM SQUARES	MEAN SQUARE	F-RATIO
Depth	1	4.040	4.040	0.61 (NS)
Density	1	394.560	394.560	59.28 (***)
Interaction	1	49.483	49.483	7.43 (**)
Error	185	1231.298	6.655	
Total	188	1722.151		

NS= no significative; ** p< 0.01; *** p<0.001.

TABLE II. ANOVA between depth and density in weight (W).

ACOSTA, C.P. & M.J. ALVAREZ, 1990a. Cultivo de zamburiña (Chlamys varia, L.). I experiencias en cultivo larvario. Actas III Congreso Nacional de Acuicultura: 445-449.

ACOSTA C.P., G. ROMAN, & M.J. ALVAREZ, 1990b. Cultivo de zamburiña (Chlamys varia, L.) II. Preengorde en batea. Actas III Congreso Nacional de Acuicultura: 533-538.

ASKEW, C.G., 1978. A generalized growth and mortality model for assessing the economics of bivalve culture. Aquaculture, 14:91-104.

BURNELL, G. 1983. Growth and reproduction of the scallop (Chlamys varia, L.) on the west coast of Ireland. Ph. D. University Collage. Galway, 195 p.p.

CANCELO, M.; A. FERNANDEZ; C. GABIN & A. GUERRA. 1990. Análisis de crecimiento de semilla de zamburiña (Chlamys varia, L.) cultivada en batea. Actas III Congreso Nacional de Acuicultura. 527-531.

CLAUS, C. 1981. Trends in nursery rearing of bivalve molluscs. Nursery culturing of bivalve molluscs. p.p. 1-33. C.Claus, N. De Pauw & E. Jaspers (Eds.) E.M.S. Spc. Publ. Nun. 7.

LE PENNEC, M. & B. DISS-MENGUS, 1985. Rearing of Chlamys varia, L. in commercial hatchery. 5Th. Int. Pectinid Workshop. La Coruña.

MARTINEZ, D.; G. MOSQUERA; C.S. RUIZ; J.L. SANCHEZ & M. ABAD. 1990. Relación entre el alimento disponible, índice de condición y desarrollo gametogénico de Ostrea edulis, L. Actas III Congreso Nacional de Acuicultura.: 415-420.

PEREZ CAMACHO, A. & M. CUÑA. 1985. First data on raft culture of manila clam (Ruditapes philipinarum) in the Ría de Arosa (NW Spain). I.C.E.S. Mariculture Commitee. F:43. Ref K. 14pp.

RAMONELL, R.; G. ROMAN; C. P. ACOSTA & M. MALVAR. 1990. Captación de semilla de pectínidos en colectores: Resultados de la campaña de prospección en Bueu (Ría de Pontevedra, Galicia) en 1988. Actas III Congreso Nacional de Acuicultura: 439-444.

ROMAN, G.; F. FERNANDEZ CORTES; C.P. ACOSTA & E. RODRIGUEZ MOSCOSO. 1987. Primeras experiencias con colectores de pectínidos en las rías de Arosa y Aldán. Cuad. Marisq. Public. Tec. 12:375-380.

SHAFEE, M.S. 1980. Aplication of some growth models to the black scallop (Chlamys varia, L.) from Laureoc, bay of Brest. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 43: 237-250.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 127-140

11

L'ELEVAGE DE LA PALOURDE, PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE SUR LA MALADIE DE L'ANNEAU BRUN

FLASSCH J.P.[1], BARRET J.[1], MAZURIE J.[1], MAES Ph.[2], NICOLAS J.L.[1], NOEL T.[1], PAILLARD C.[2], LE PENNEC M.[2]

[1] *IFREMER : Laboratoire d'Aquaculture, rue de l'Ile d'Yeu, 44037 NANTES Cédex 01*

[2] *Laboratoire P.M.D.C., BP 70 29280 PLOUZANE - Laboratoire National de Recherche en Conchyliculture, Mus du Loup, 17390 LA TREMBLADE*

[2] *Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire de Biologie Marine, 6 avenue Le Gorgeu 29287 BREST Cédex*

RESUME : Un programme national de recherches sur la maladie de l'anneau brun chez la palourde d'élevage *Ruditapes philippinarum* a été mis en oeuvre dès 1989. Cette maladie est due à un vibrio appelé P1. Les recherches ont portées sur l'épidémiologie de terrain chez le naissain et lors du grossissement, sur la mise au point de traitements et de méthodes de dépistage simple et rapide ainsi que sur l'étude des mécanismes d'action de ce vibrion. L'analyse épidémiologique a mis en évidence une contamination préférentielle des sites par les semis, et une surinfestation horizontale secondaire. Pour remplacer le diagnostic microbiologique sur milieu de culture sélectif, une méthode immunologique est en cours de développement. Une meilleure compréhension des mécanismes qui régissent l'élaboration de cet anneau permet de dire que ce phénomène n'est pas dû à une action directe du vibrion sur les cellules du manteau. Parallèlement à ces recherches, la nouvelle stratégie d'élevage proposée aux éleveurs : contrôle visuel strict du naissain par échantillonnage au moment des semis et diminution des densités, a permis de limiter l'extension de cette maladie.

Mots clés : palourde aquacole, *Ruditapes philippinarum*, vibrio, programme national

MANILA CLAM AQUACULTURE NATIONAL RESEARCH PROGRAM ON BROWN RING DESEASE

ABSTRACT : *A national program started in 1989 to drive researches, on* Ruditapes philippinarum *brown ring desease corelated with a vibrio called P1. The researches have concerned epidemiological surveys on spats and adults, treatment methods, diagnostic techniques, and anatomical and functional studies about the vibrio-clam relations. The transmissions of the desease appeared mainly related to contaminated manila clam seeds, with secondary horizontal propagation. The brown ring formation appeared to be caused by a periostracum deterioration. Taking into account some of these results, an adapted cultural technique including special care of seeds and decreased densities was proposed to the farmers.*

Keywords : manila clam, *Ruditapes philippinarum*, vibrio, national program

1- INTRODUCTION

L'élevage de la palourde pris son essor dans les années 1980 (FLASSCH et LE BORGNE 90) grâce à l'effort conjoint de la recherche, des régions et du domaine privé (écloseurs et éleveurs).

Deux programmes nationaux et des initiatives régionales facilitèrent la mise au point d'une zootechnie compatible avec les exigences de la production et son transfert sans heurt ; la coopération recherche-profession à permis dans ce cas de prendre conjointement en considération les éléments scientifiques (biologie générale de l'espèce, reproduction, éthologie, écologie des aires d'élevages, prédation), la part technique (structures de protection, mécanisation de l'élevage, etc ..) et les données de bases économiques (bilans complets par essai de production, etc...).

Malheureusement, en fin d'année 1986, au moment où une production significative voyait le jour avec près de 500 tonnes, apparut le syndrome de l'anneau brun.

L'anneau brun s'est manifesté pour la première fois dans l'aber Benoît (Finistère Nord), sur du naissain, puis en 1987 il a été largement observé lors du grossissement dans le même secteur, sur le site de production de Brouennou.

L'anneau de couleur brune se forme sur la face interne des valves de la palourde. Cette formation est la conséquence d'une perturbation de la calcification Elle entraîne chez les animaux en élevage des troubles de la croissance, des mortalités pouvant atteindre 100% des lots lorsque que le naissain est atteint . Elle génère par ailleurs des problèmes de commercialisation, bien que les animaux porteurs de cet anneau soient consommables, leur consommation n'ayant aucun effet préjudiciable sur la santé publique.

En fin d'année 1988, il a été prouvé par les chercheurs de l'UBO* (PAILLARD et MAES, 1990) que l'apparition de ce dépôt était d'origine pathogène, causée par la présence d'une bactérie inconnue du groupe des vibrions, présentant des caractères spécifiques. Ce vibrion fut dénommé P_1.

A partir du début de l'année 1989, les travaux s'inscrivent , de lutte contre le vibrion, élaboré en commun avec les équipes de l'IFREMER et de l'UBO avec le soutien scientifique et logistique de l'Institut Pasteur dans un Programme National. Ce programme de lutte contre le vibrion est développé sur deux fronts, le suivi épidémiologique des zones d'élevages et les recherches spécifiques pour la lutte et la compréhension de la maladie.

Sur le terrain, les investigations sont conduites en collaboration avec les conseillers aquacoles et les laboratoires régionaux, groupes de travail qui déterminent le niveau d'infestation ainsi que l'évolution de cette épidémiologie en fonction de la période de l'année. Les résultats de ces recherches permettent de mettre en évidence les degrés de validation des protocoles proposés et de les rectifier si besoin est.

Les recherches amont sont développées à l'IFREMER et à l'UBO. Le laboratoire de Génétique et Pathologie de La Tremblade met au point des traitements aux antibiotiques, le laboratoire mollusques du Centre IFREMER de Brest, en collaboration avec l' UBO, effectue la validation d'un test immunodiagnostic qui devrait permettre non seulement d'augmenter la sensibilité du dépistage, mais aussi de diminuer le temps de réponse présence/absence du vibrion. Le même laboratoire gère des expérimentations qui devraient permettre de mieux comprendre comment s'installe la maladie et sous quelles conditions zootechniques favorables.

Le laboratoire du Pr. LE PENNEC, de l'UBO effectue des recherches sur l'étude des mécanismes d'action du vibrion, avec le soutien du service du Pr. DODIN de l'Institut Pasteur.

*** UBO : UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE**

2- ORGANISATION DU PROGRAMME ET RESULTATS

La mise en oeuvre des différentes actions de recherche sur le terrain et en laboratoire a permis d'acquérir une somme d'informations qui a elle même généré une stratégie de lutte. Dès 1989 elle fut proposée à la profession, mise en pratique et affinée par la suite en fonction des résultats obtenus en laboratoire.

2.1- Epidémiologie de terrain

Dés le début 1989, une investigation est conduite sous couvert IFREMER en collaboration avec les structures de transfert mis en place par les Régions. Cette action a eu pour but de fournir des éléments d'appréciation sur l'étendue du phénomène et si possible sur l'existence de "foyers" afin de proposer à partir de la campagne 1989 une méthodologie pour mieux contrôler la prolifération de la maladie.

Le but de l'enquête préliminaire était de préciser l'ampleur du phénomène sur des animaux dont la taille est supérieure à 8 mm, seuil d'apparition de l'anneau. Les différents chaînons de la filière ont été pris en charge : nurseries, prégrossissement en claire ou sur estran, grossissement en claire ou sur estran.

Deux méthodes d'échantillonnage l'une sur le naissain, l'autre sur l'élevage en sol ont été élaborées et un protocole a été initié par les laboratoires de l'IFREMER (la Trinité, Bouin, la Tremblade, Arcachon) avec l'étroite collaboration des Conseillers Aquacoles (SMIDAP, SEMDAC)*. Au total une soixantaine d'éleveurs (nurseurs, grossisseurs) ont été sollicités, environ 80 lots étudiés et 30 000 palourdes ouvertes.

2.1.1- Le prégrossissement

- Nurseries

A part un cas où le phénomène est très marqué dans une unité recyclant en partie son eau d'élevage aucune trace significative d'anneau n'a été observée en cylindre tamis ou en claire.

Ce résultat encourageant vient du fait que les écloseries-nurseries, puis les nurseries, pour la plupart au courant du problème, ont pris les précautions sanitaires d'usage : vides sanitaires, choix des reproducteurs, etc...

- Prégrossissement

Les claires du bassin de Marennes (10 éleveurs, 30 lots) sont exemptes, dans le cadre de l'échantillonnage effectué.

Par contre dans les autres bassins, sur 24 lots échantillonnés, un cas est observé en claire relié à une nursery touchée ; sur estran, les résultats varient de 0 à 30 %, 25 % des lots entre 10 et 67 % d'anneaux. Sur des lots inférieurs à 10%, il est fréquent de trouver des poches sans anneaux réparties de part et d'autre d'une série plus marquée à quelques pour-cent (1 à 10 %). Ce cas est typique du caractère épidémiologique de ce vibrion dont la transmission se fait par contact ou par l'eau si la densité de l'inoculum est égale ou supérieure à 10^4 bactéries par ml.

** SMIDAP : SYNDICAT MIXTE POUR LE DEVELOPPEMENT AQUACOLE EN PAYS DE LA LOIRE*
SEMDAC : SOCIETE D'ECONOMIE MIXTE POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'AQUACULTURE CHARENTAISE

2.1.2– Le grossissement

– Région Vendée – Sud–Ouest

Les contrôles effectués sur le secteur de la baie de Bourgneuf ont bien montré qu'en 1989 le phénomène a peu évolué. Les élevages sur estran se sont déroulés favorablement. Dans les claires il n'est pas remarqué de prolifération importante, toutefois, il a été observé, en début d'année 1990 des contaminations sur des lots pêchés en période hivernale et stockés à fortes densités. Les conditions climatologiques du début de saison ont dû favoriser dans une large mesure ces explosions.

Les mêmes remarques peuvent être faites pour le bassin de Marennes Oléron ou dans l'ensemble, il n'est pas observé de développement du phénomène, à l'exception de quelques cas en début d'année 1990 où des élevages apparemment sains ont déclaré la maladie après stockage à haute densité et même à des densités de stabulation en claire de 500 palourdes par m².

Les suivis effectués sur les semis de 1988 dans le bassin d'Arcachon ont permis en 1989 d'identifier un lot contaminé à plus de 25 %, et de l'éradiquer Sur les 19 élevages examinés exhaustivement* seuls quatre lots présentaient des taux inférieurs à 5 %. Bien que l'introduction de naissains contaminés en 1988 ait eu lieu, le syndrome anneau brun ne s'est pas propagé.

– Région Bretagne

Cette partie du littoral s'avère la plus touchée. La zone des abers dans le Finistère nord ne faisant plus l'objet de production significative et étant considérée comme sinistrée, l'enquête épidémiologique porte sur la Bretagne sud.

+ Pratiques culturales – Prophylaxie mise en oeuvre au Croisic

Dans la plupart des zones d'élevages, les professionnels ont adapté leurs pratiques aux recommandations scientifiques portant sur le contrôle de semis et la diminution des densités. Par contre, peu d'éradications ont été pratiquées.

En Baie du Croisic, une stratégie de lutte plus élaborée a été négociée entre les éleveurs et conseillers aquacoles du SMIDAP selon la démarche suivante :

- constat au printemps 89 de la contamination préférentielle en prégrossissement en poches à forte densité,
- éradication fin 1989 des lots les plus atteints (pour la plupart vendables),
- suppression des prégrossissements entre T2 et T6 au printemps 90 (avec dédommagements financés par la Région),
- contrôle de tous les semis de printemps 90 (refus d'un seul lot sur 22 présentant des anneaux),
- semis à moins de 200/m²,
- contrôle 3 mois après semis.

+ Méthode de suivi

Cette surveillance épidémiologique s'appuie sur 2 campagnes annuelles d'échantillonnage menées par le laboratoire IFREMER de la Trinité/mer, dans les principaux secteurs d'élevage : une vingtaine de semis chez une quinzaine de vénériculteurs.

*** Suivis IFREMER – ARCACHON, R. ROBERT**

Outre cette surveillance par échantillonnages, un contrôle exhaustif des semis de palourdes du Croisic et de Penbé (Loire-Atlantique) a été réalisé en fin 1989 et 1990, à l'initiative du SMIDAP et avec l'aide du laboratoire Pen Avel du Croisic, et de l'IFREMER.

Les gisements naturels du Morbihan font également l'objet d'un suivi des anneaux bruns depuis 1989.

Sur une parcelle donnée, la stratégie de prélèvement repose sur un échantillonnage systématique uniformément réparti : généralement 20 prélèvements de $1/22^e$ de m^2, parfois 10 prélèvement de 30 palourdes (Croisic, Pen Bé).

Les données recueillies sont les nombres totaux, nombres d'anneaux, taille ou poids, des analyses complémentaires histologiques étant réalisées sur quelques sous-échantillons.

+ Résultats

L'analyse du pourcentage des palourdes porteuses d'anneaux bruns dans les élevages fait apparaître, au-delà de l'extrême diversité des résultats (les pourcentages varient de 0 % à 70 % selon les périodes, les sites, le semis), les évolutions suivantes :

- une diminution du % d'anneaux bruns de juin-juillet 1989 à octobre-novembre 1989 (observé dans 11 semis sur 12), sans mortalité importante : ceci peut s'expliquer par la faible virulence du pathogène durant la période estivale,
- une recrudescence au printemps 1990 particulièrement nette dans les sites de Pen Bé et du Croisic (tableau 1).

% d'anneaux	SEMIS DE 1988	SEMIS DE 1989	SEMIS DE 1990	
			Stock Naturell	T6 Naissain contrôlé
Nov. 1989	2 %	13,9 %	3,2 %	
Mars 1990	-	2,6 %	0%	0 %
Mai-Juin 1990	-	37 %	22 %	< 1 %

Tableau 1 : Evolution de la maladie dans le traict du Croisic.

L'origine du demi-élevage est très suspect puisque le banc naturel s'est avéré par la suite contaminé. Le stockage avant semis a favorisé la contamination. Lors de l'immersion la maladie était latente. Il est à noter toutefois que cette recrudescence a épargné pour l'instant les semis de naissain de 1990.

Ce développement de la maladie au 1er semestre 1990 concerne également les gisements naturels de palourdes japonaises du Morbihan : le gisement de Sarzeau, le plus important (production évaluée à près de 1 000 tonnes par an) indemne d'anneaux en 1989 est touché à 4,4 % en juillet 1990. Les gisements de la rivière d'Auray révèlent eux aussi la présence d'anneaux à taux faible en 1990.

CONCLUSION

La connaissance la plus précise possible des réalités de terrain a permis, dés le début 1989 de proposer aux éleveurs une stratégie de lutte qui limite au mieux la prolifération du vibrion P_1 :

- contrôler impérativement le naissain avant semis, ne pas semer si le lot est touché, en tout état de cause au-dessus de 10 % l'éleveur prend de sérieux risques,
- limiter les densités et le confinement , lors du prégrossissement utiliser les normes zootechniques en vigueur (IFREMER 1988), au cours du grossissement, pratiquer une densité inférieure à 200 palourdes/m^2,
- effectuer un contrôle trimestriel de l'élevage,
- éradiquer les élevages les plus touchés (impérativement ceux dont le pourcentage d'anneaux est supérieur à 20 %).

2.2- La détection du vibrion "P_1"

L'obtention d'une méthode simple de détection du vibrion "P_1" constitue l'étape préalable à toute étude épidémiologique.

Le dépistage rapide du pathogène est également nécessaire pour contrôler l'action des traitements entrepris sur les palourdes (naissain).

2.2.1- Détection classique

Actuellement, la détection s'effectue encore par des méthodes classiques de bactériologie. Elle utilise des caractéristiques biochimiques et de croissance du pathogène, à savoir : non utilisation du manitol et du saccharose, croissance sur TCBS et non croissance à 30°C (PAILLARD et MAES, 1990) ; la procédure comporte trois étapes et nécessite un délai de trois à quatre semaines.

Culture sur milieu différentiel

Les échantillonnages à analyser sont mis en culture sur milieu différentiel*. Une culture pure de référence du vibrion P_1 est réalisée simultanément sur le même milieu. Après 7 jours d'incubation à température ambiante, les colonies "suspectes", c'est à dire les colonies vertes et d'aspect comparable aux colonies de P_1 de la culture de référence sont repiquées trois fois sur milieu Zobell pour purification.

Pré-tests

Après purification, les souches choisies sont testées sur milieu TCBS et sur ZOBELL incubé à 30°C. Les souches qui forment des colonies vertes sur TCBS, et ne poussant pas à 30°C sont retenues, toutes les autres sont éliminées.

Passage en galerie d'identification

Seules les souches retenues à la suite des deux étapes précédentes (souches Man –, Sac –, TCBS+, tuées à 30°C) sont passées en galeries d'identification (Api 20B et 20E). P_1 est diagnostiqué lorsqu'il y a identité du profil obtenu avec celui du vibrion P_1.

* (ZOBELL ADDITIONNE DE MANITOL ET BLEU DE BROMOTHYMOL)

2.2.2– Méthodes immunologiques

Des méthodes immunologiques de détection sont également envisagées : le test d'agglutination et des tests de type ELISA sur filtre ou sur plaque de microtitration.

– Test d'agglutination

Ce test nécessite l'isolement et la purification des souches suspectes. Il ne permet pas de traiter un grand nombre d'échantillons, ni de mesurer des concentrations du vibrion P_1. Son seul avantage est qu'il permet de reconnaître P_1 plus rapidement que par la technique des galeries d'identification Api.

– Test ELISA sur filtre

Les essais réalisés jusqu'à présent montrent que le test ELISA sur filtre donne de nombreuses réponses faussement positives. Des anticorps plus spécifiques seront donc nécessaires pour la mise en oeuvre de ce test.

– Test ELISA sur plaque de microtitration

Les méthodes bactériologiques pour repérer le vibrion P_1 sont lourdes et peu sensibles. Elles sont par contre sûres. Il est évident que si nous disposions d'une méthode plus sensible, rapide et peu coûteuse les voies de transmission de la maladie seraient mieux connues et l'épidémiologie facilitée. Des mesures prophylactiques plus précoces pourraient être prises pour éviter son extension.

Nous avons travaillé sur une méthode ELISA appelée immunométrique. Elle est assez lourde à mettre en oeuvre mais pourrait être simplifiée. L'anticorps contre le P_1 dont nous disposions a été produit chez le lapin en inoculant la bactérie totale. Cet anticorps polyclonal est donc dirigé contre de multiples antigènes. Cependant les essais d'agglutination sur lame du vibrion P_1 sont positifs et il n'y a pas d'agglutination avec d'autres vibrions proches. Ce qui montre que les anticorps dominants sont assez spécifiques. Les IgG ont été purifiées sur DEAE et lyophylisées.

La méthode comporte les étapes suivantes :

- sensibilisation des plaques de microtitration par 10^5 ou 10^6 P_1 formolés par ml distribués dans les cupules,
- mise en contact simultanément de l'anticorps et de l'échantillon (eau intervalvaire plus grattage du bord du manteau) à analyser,
- saturation des sites par de la BSA,
- lavage,
- distribution dans les cupules de l'échantillon,
- lavage,
- distribution des anticorps marqués à la peroxydase,
- lavage,
- réaction enzymatique.

Durée de l'opération 28 heures.

Les résultats montrent qu'on distingue les palourdes saines et malades (figure 1).

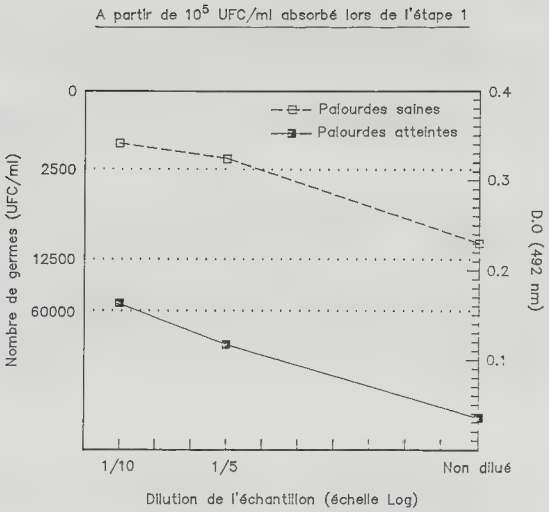


Figure 1: Résultat d'un test Elisa immunométrique.

Des palourdes japonaises provenant du site de Brouenou ont donné une réaction positive alors que les palourdes européennes ne donnaient rien. Les anneaux bruns ne sont apparus que plusieurs mois après sur ces palourdes japonaises après l'introduction à proximité par un professionnel de palourdes d'origine naturelle contaminées.

Curieusement des palourdes japonaises provenant d'Irlande où la maladie est absente donnaient une réaction positive.

Nous envisageons donc de faire un nombre significatif de tests sur des palourdes saines et malades pour le valider en faisant en parallèle des recherches bactériologiques.

Si la présence de vibrion P_1 en quantité importante se confirme en l'absence de tout symptôme :
- les mesures prophylactiques à prendre seront plus draconiennes,
- les conditions du développement de l'anneau brun pourront être étudiées avec précision.

Cette méthode va être améliorée en couplant l'enzyme directement sur l'anticorps spécifique, en testant une méthode sandwich, enfin en purifiant l'antigène membranaire qui donne cette spécificité et en produisant des anticorps monoclonaux.

La détection du vibrio est une étape fondamentale dans la connaissance de l'évolution de la maladie dans les milieux d'élevage (eau de mer et sédiment), et dans les mollusques. Une méthode rapide et sensible permettrait d'affiner la stratégie de lutte. Cette démarche devrait être néanmoins accompagnée de traitements efficaces.

2.3- Les traitements possibles

2.3.1- Epidémiologie "contrôlée"

Une expérience de traitement du sédiment lors de l'élevage de la palourde est effectuée dans la zone très sensible des Abers (Bretagne nord) sur le site de Broennou reconnu comme point de départ de la propagation de l'anneau brun. Cette expérience a aussi pour but d'observer très précisément la contamination en fonction des traitements.

Un parc de protection verticale a été construit sur l'estran, au coefficient d'émergence de 55–60, dans lequel, 15 parcelles de 24 m^2 ont été délimitées par des bandes de filet enfouies sur 0,2 m ; chaque parcelle étant distante d'1 m de ses voisines.

Les palourdes (*Ruditapes philippinarum*) issues d'un demi–élevage suspect lors du contrôle ont été traitées préventivement pendant 24 h par balnéation dans une solution d'antibiotique – Furazolidone à 10 mg/litre – avant leur transfert. Un test visuel a confirmé l'absence d'anneau brun. Chaque traitement (Tabl. 2) a été appliqué sur 3 replicas.

LOTS	DENSITE au m^2	TRAITEMENT
F 1, 2, 3	150	0 (faible densité)
T 1, 2, 3	250	0 (Témoin)
C 1, 2, 3	250	Chaux vive avant le semis (3 T/ha)
A_1 1, 2, 3	250	Antiseptique* 1 fois par mois

* SOLUTION DE 80 ppm d'AGROSEPTIL DISPERSEE A RAISON DE 2 l/m^2

Tableau 2 : Les traitements appliqués

Les paramètres suivis sont :
- la croissance, le pourcentage d'anneau brun (bimensuel)
- la survie (point intermédiaire et final).

L'analyse des résultats de croissance, ne montre pas de différence au niveau des traitements. L'apparition des premiers anneaux bruns, avec remontée de certains individus, correspond à la fin de la saison estivale et à la baisse de température.

Il ne peut être affirmé que le semis de lots atteints, stockés, transportés et implantés dans des concessions voisines soit responsable de l'apparition de ces anneaux car d'autres concessions plus éloignées en cours d'élevage comportaient des palourdes atteintes, mais ce transfert intempestif est néanmoins suspect.

Il est difficile compte tenu de cet incident de savoir si cette contamination est due à l'effet site ou directement attribuable aux élevages suspects. Dans l'attente des résultats finaux de cette expérience, il est difficile d'affirmer que l'un de ces traitements a eu un effet sur l'apparition des anneaux.

Le tableau 3 donne les résultats acquis fin octobre 1990, la fin de l'expérience et le bilan étant programmés pour la fin décembre 90.

DATES	29.03.90			25.04.90			22.06.90			21.08.90			20.09.90	17.10.90		
Opération	SEMIS			ECHANTIL.			ECHANTIL.			ECHANTIL.			SURVIE	ECHANTIL.		
LOT	P (g)	L (mm)	A.B. %	P	L	A.B.	P	L	A.B.	P	L	A.B.	%	P	L	A.B.
F_1	5,1	27,3	0	5,5	28,2	0	8,7	32,1	0	11,7	36,2	0	87	13,2	37,3	20
F_2	5,1	27,3	0	5,3	28,2	0	8,9	32,8	0	11,8	36,6	0	85	13,9	37,7	21
F_3	5,1	27,3	0	5,2	28,1	0	8,6	32,7	0	12,1	36,7	0	92	13,9	37,3	25
T_1	5,1	27,3	0	5,5	28,2	0	8,6	32,9	0	12,4..	37,0	0	90	14,5	38,5	18
T_2	5,1	27,3	0	5,5	28,2	0	8,7	32,6	0	12,2	36,6	0	87	13,9	37,6	15
T_3	5,1	7,3	0	5,5	28,2	0	8,8	32,8	0	12,1	36,7	0	81	13,4	37,3	13
C_1	5,1	27,3	0	5,5	28,1	0	8,7	32,1	0	11,7	36,2	0	92	14,6	38,7	18
C_2	5,1	27,3	0	5,4	28,3	0	8,4	32,3	0	12,6	37,3	0	83	14,2	37,0	19
C_3	5,1	27,3	0	5,7	28,8	0	8,6	32,8	0	12,9	37,2	0	96	14,3	37,5	21
A_{11}	5,1	27,3	0	5,5	28,2	0	8,6	32,6	0	12,0	35,8	0	98	13,5	37,7	26
A_{12}	5,1	27,3	0	5,5	28,3	0	8,6	32,3	0	12,1	36,6	0	93	13,1	36,3	24
A_{13}	5,1	27,3	0	5,5	28,3	0	8,4	32,7	0	12,3	36,6	0	87	14,5	37,6	22
A_{21}	5,1	27,3	0	5,4	28,2	0	9,0	33,3	0	12,1	36,3	0	86	14,7	38,8	13
A_{22}	5,1	27,3	0	5,3	28,2	0	8,8	33,1	0	12,0	36,3	0	90	13,5	37,7	19
A_{23}	5,1	27,3	0	5,5	28,3	0	8,9	32,9	0	12,5	36,9	0	94	13,8	37,7	19

Tableau 3 : Résultats, croissance (poids (P), longueur (L) et pourcentage d'anneaux bruns (A.B.), (échantillon de 100 individus par lot).

2.3.2– Actions des antibiotiques

La recherche d'une thérapie a été entreprise dans un but prophylactique permettant d'assurer la mise sur le marché de jeunes palourdes exemptes de vibrion P_1 à leur sortie de nurserie. Six antiseptiques et trois antibiotiques : Aquamosulf (Trimethoprim + Sulfadimidin – Natrium) , Furazolidone et Flumequine* ont été testés *in vitro* et *in vivo*.

La détermination des concentrations minimales inhibitrices *in vitro* (CMI), ainsi que les tests de toxicité *in vivo* ont permis de sélectionner uniquement les 3 antibiotiques.

Des essais de désinfection ont permis ensuite de tester les doses (5, 10, 20, 40 mg/l) et les durées de traitement (1, 2, 3 jours). Un traitement : la furazolidone à la concentration de 10 mg/l durant 3 jours a donné les meilleurs résultats.

Une dernière expérience (Tableau 4) a permis de tester l'efficacité de la furazolidone vis–à–vis du vibrion P_1. L'isolement et la caractérisation de cette bactérie ont été entrepris selon la procédure décrite par PAILLARD et MAES (1990). Le traitement semble être efficace sur l'ensemble de la population bactérienne qui diminue très sensiblement et en particulier sur le vibrio P_1 dont aucune colonie n'est retrouvée chez les animaux traités.

		Nbre de bactéries par g de palourde	1ère sélection Nbre de colonies isolées / Nbre de palourdes	2ème sélection Nbre de colonies isolées / Nbre de palourdes	Identification Nbre de colonies de Vibrion P_1 / Nbre de palourdes
TEMOIN	25 palourdes avec anneau brun	$1,2 \times 10^7$	141 / 25	37 / 19	21 / 13
	25 palourdes sans anneau brun		126 / 25	32 / 15	8 / 5
TRAITEES	25 palourdes avec anneau brun	$5,9 \times 10^5$	96 / 25	6 / 6	0
	25 palourdes sans anneau brun		86 / 25	7 / 6	0

	25 PALOURDES AVEC ANNEAU BRUN		25 PALOURDES SANS ANNEAU BRUN	
NOMBRE DE PALOURDES AVEC VIBRIO P_1	13 palourdes	52 %	5 palourdes	< 20 %

Tableau 4 : Nombre total de bactéries et de vibrion P_1 après traitement à la furazolidone.

* CONCERNANT LE TRAITEMENT A LA FLUMEQUINE, IFREMER N'EST PAS PROPRIETAIRE DES RESULTATS ET C'EST A LA SOCIETE PHARMACEUTIQUE 3M DE LES DIFFUSER ET D'EFFECTUER LES DEMARCHES POUR UNE MISE SUR LE MARCHE DU PRODUIT SI ELLE LE DESIRE.

Cependant la comparaison des résultats du témoin présentant ou non les signes cliniques de la maladie (anneau brun) fait apparaître le diagnostic du vibrio dans 20 % des cas chez les "palourdes saines" contre 52 % chez les "palourdes malades" (tableau 4). Cette observation révèle, d'une part, les limites de sensibilité à la technique de détection, puisque dans les 48 % de cas positifs par observation macroscopique le vibrio n'est pas retrouvé, et, d'autre part, souligne le manque de connaissances sur la biologie et l'épidémiologie de cette bactérie.

Ces études ont donc permis de mettre au point une méthode de traitement et il convient maintenant de tester ce traitement à une plus grande échelle et y adapter la méthodologie.

2.4– Mécanisme de la formation de l'anneau brun : données préliminaires

L'observation macroscopique de palourdes montre qu'une dizaine de jours après une contamination expérimentale par du P_1, il apparaît des taches brunes sur le bord interne de la coquille Trois semaines après l'injection, un des stades observés majoritairement, montre des taches brunes s'étalant tout le long d'une zone située entre l'intersection palléale et le bord de la coquille, formant un anneau brun léger. Au bout d'un mois, l'anneau brun apparaît plus épais et nettement visible chez 50 % des palourdes, les autres présentent des stades intermédiaires, plus légers.

Des coupes histologiques décalcifiées ont été réalisées afin d'observer la relation entre les tissus durs et les tissus mous. Chez une palourde saine, le périostracum sécrété par le manteau se dépose sur le bord de la coquille. Par contre, chez une palourde malade le périostracum, dés sa sortie du sillon périostracal, devient hétérogène, s'épaissit puis s'accumule et forme le dépôt brun. Ce dépôt de matériel organique est localisé entre l'insertion palléale et le bord de la coquille. Des colorations histochimiques (PAS, Bleu Algian, Gordon & Swiss pour la réticuline) ont été réalisées. Aucune différence réellement marquante entre les palourdes saines et malades n'a pu être mise en évidence.

L'observation au microscope électronique à balayage montre que douze heures après l'injection de vibrion P_1, les palourdes présentent des amas de bactéries sur le périostracum, depuis la sortie du sillon périostracal jusqu'au bord de la coquille. Elles y semblent fortement accrochées par de fines expansions orientées vers la lame périostracale. Cette propriété d'adhésion, est bien connue chez les pathogènes humains comme *Vibrio cholerae* et *Vibrio parahaemolyticus* qui adhèrent spécifiquement aux cellules de la muqueuse intestinale au moyen de "pillis" (Yamamoto et Yokota, 1988, 1989). Le pouvoir pathogène de ces germes est d'ailleurs étroitement lié à leur capacité à se fixer spécifiquement sur certaines cellules (Yoshio *et al.*, 1981). Dans le cas de la maladie de l'anneau brun, la pathogénicité du Vibrio P_1 est vraisemblablement liée à son affinité pour le périostracum, et sa tendance à se fixer.

Le Vibrio P_1, lorsqu'il adhère au périostracum, peut émettre des toxines, ou en dégrader préférentiellement l'un des composés, déréglant le fonctionnement normal de l'élaboration coquillère.

CONCLUSION

L'étude épidémiologique de la maladie des anneaux bruns, montre que la contamination est favorisée par :

- les conditions climatologiques (15–18°C),
- les fortes densités lors du prégrossissement ou du grossissement,
- le stockage et les manipulations en milieu confiné.

Il a aussi été largement observé que la transmission horizontale est peu intense, mais qu'elle peut être favorisée par l'augmentation de la densité et les conditions climatologiques optimales (15–18°C)..

L'étude du Vibrion permet de faire les remarques suivantes :

- cette bactérie supporte des salinités variées de 0,5 à 47 pour mille,
- elle est thermosensible, capable de vivre à 5°C, mais sans se développer, et elle meurt à 30°C,
- son développement est lié à l'importance de l'inoculum en eau de mer, à 106 vibrions/ml la contamination est rapide, en dessous de 10^5/ml elle est faible et aléatoire,
- la dose de contamination par individus est de l'ordre de 10^3, 10^4 P_1, ce qui revient à dire que le facteur densité notamment lors du stockage favorise la contamination à fortiori lorsque les températures sont optimales (15–18°C).
- Le vibrion P_1 est sensible au moins à deux antibiotiques, la furazolidone et la flumequine.

Ces résultats, très variés, sont obtenus grâce à cette approche globale, intégrée et faisant appel à plusieurs disciplines. La méthodologie utilisée a permis de faire face à une nouvelle pathologie. En effet, il n'est pas observé d'action directe de la bactérie sur les cellules , la lame périostrocale à l'origine de la calcification peut se développer normalement. Elle est modifiée que lorsqu'elle est recouverte de bactéries. Deux hypothèses sont avancées : soit la bactérie modifie directement la biochimie de la calcification, soit celle–ci est modifiée par la palourde pour mieux lutter contre le vibrio.

Ces études ont permis de faire les recommandations prophylactiques aux professionnels et aux administrations, propositions qui, si elles ne permettent pas la disparition complète de la maladie, offrent toutefois la possibilité de la contrôler et de limiter considérablement son impact.

FLASSCH J.P. et Y. LE BORGNE, 1990. Introduction in Europe, from 1972 to 1980 of the nipponese manila clam, *Tapes philippinarum* and the effects on the aquaculture production and natural settlements CANADA WAS 90. in press. 9 p.

IFREMER, 1988. La palourde, dossier d'élevage. IFREMER pub. 106 p.

PAILLARD C., L.PERCELET, M. LE PENNEC et D. LE PICARD, 1989. Origine pathogène de l'"anneau brun" chez *Tapes philippinarum* (Mollusque bivalve). C.R.Acad. Sci. Paris, t 309, série 3, pp 235–241.

PAILLARD C. et Ph. MAES, 1990. Ethiologie de la maladie de l'anneau brun chez *Tapes philippinarum* : pathogénicité d'un vibrio sp. C.R.Acad. Sci. Paris, t 310, série 3, pp 15–20.

YOSHIO I., Y. HIROAKI and S. SUMIO , 1981. Adherence of *Vibrio paraahaemolyticus* and its relation to pathogenicity. Can. J. Microbiol. 27, pp 1252–1259.

YAMAMOTO T. and T.YOKOTA, 1988. Electron microscopy study of *Vibrio cholera* 01 adherence to the mucus coat and villus surface in the human small intestins. Infection and Immunity. 56(10), pp 2753–2759.

YAMAMOTO T. and T.YOKOTA, 1989. Adherence targets of *Vibrio parahaemolyticus* in human small intestins. Infection and Immunity. 57(8), pp 2410–2419.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 141-148

12

EFFET DU *VIBRIO* P1, PATHOGENE DE *RUDITAPES PHILIPPINARUM*, SUR D'AUTRES ESPECES DE BIVALVES

MAES P. et PAILLARD C.

Laboratoire de Biologie Marine, Université de Bretagne Occidentale, Faculté des Sciences, 29287 BREST Cédex.

RESUME : *Vibrio* P1, le responsable de la maladie de l'anneau brun (MAB) chez la palourde *Ruditapes philippinarum*, a été observé chez d'autres espèces de bivalves dont des Veneridae et des Pectinidae. En revanche chez la Moule *Mytilus edulis* et les huîtres élevées *Crassostrea gigas* et *Ostrea edulis*, le symptôme MAB n'a encore jamais été signalé et la recherche de la bactérie P1 s'est révélée négative. Par ailleurs, des contaminations expérimentales de bivales d'intérêt aquacole avec *Vibrio* P1 ont montré une sensibilité de la palourde européenne *Ruditapes decussatus* au pathogène ; cette sensibilité semble toutefois moins élevée que celle de *Ruditapes philippinarum*.

Mots clés : *Vibrio* P1, pathologie, mollusques bivalves

EFFECT OF *VIBRIO* P1, PATHOGEN OF *RUDITAPES PHILIPPINARUM* ON VARIOUS SPECIES OF BIVALVES

ABSTRACT : *The symptom which characterize the Brown Ring Desease (BRD) in Manilla clam* Ruditapes philippinarum *has been observed in other Bivalvia species (Veneridae and Pectinidae).* Vibrio *P1, the responsible of the BRD in* R.philippinarum, *has been detected in other Veneridae which were carrying the symptom. In mussel and oysters which are cultivated in Europe, the symptom has never been reported and* Vibrio *P1 has not been detected. Experimental contaminations of bivalves of commercial interest with the pathogen showed a clear* Vibrio P1 *sensitivity of european clam* Ruditapes decussatus *; this later seems however to be less sensitive than the Manilla clam.*

Keywords : *Vibrio* P1, pathology, bivalve molluscs

INTRODUCTION

La Maladie de l'Anneau Brun (MAB) de la palourde d'élevage *Ruditapes philippinarum* se caractérise par le développement d'un dépôt de matériel organique de pigmentation brune, sur la face interne des valves (Paillard et al 1989). Cette maladie, associée à des mortalités élevées dans les élevages, est provoquée par un *Vibrio sp.* appelé "P1" (Paillard et Maes 1990a). Un symptôme similaire à l'anneau brun, mais induit par d'autres causes a déjà été signalé chez d'autres bivalves. Chez la palourde *Venerupis aurea*, il est provoqué par le trématode *Meiogymnophalus fossarum* (Bartoli 1974); chez deux pectinidae, *Patinopecten yessoensis* et *Argopecten irradians*, il serait dû à des conditions stressantes d'élevage (Mori 1975, Palmer 1980).

Deux approches ont été suivies dans la présente étude, afin de déterminer si *Vibrio P1* pouvait également être tenu responsable du développement de l'anneau brun ou de symptômes semblables à ce dernier, chez d'autres espèces de bivalves. La première approche a consisté à rechercher ce pathogène chez des spécimens de diverses espèces présentant l'anneau brun dans le milieu naturel (ou sur parc). Dans la deuxième approche, plus expérimentale, une contamination de différentes espèces de bivalves avec *Vibrio P1* a été effectuée, pour étudier plus directement l'effet du pathogène sur ces espèces.

MATERIEL ET METHODES

Matériel biologique : Des spécimens adultes de palourdes malades ont été récoltés, soit dans des parcs d'élevage (*Ruditapes philippinarum*), soit à proximité de sites d'élevage touchés par la maladie (*Ruditapes decussatus* et *Venerupis aurea*), soit par draguage en mer, sur des sites éloignés des zones d'élevage (*Tapes rhomboïdes*). Des juvéniles malades de *R. philippinarum* et *R. decussatus* provenant d'écloseries ont également fait l'objet d'analyses. Les coquilles St Jaques (*Pecten maximus*), porteuses du symptôme ou non, ont été produites en écloserie expérimentale au centre IFREMER-BREST et prégrossies en casiers immergés en mer. Les bivalves sains utilisés pour les contaminations expérimentales étaient des juvéniles provenant de diverses écloseries ou des adultes dans le cas de *Cerastoderma edule*.

Expérience de contamination : Une suspension de *Vibrio P1* dans de l'eau de mer stérile ajustée optiquement à une concentration de 10^8 cellules/ml a été introduite dans la cavité palléale au moyen d'une seringue munie d'une courte aiguille, en veillant à ne pas léser les tissus, à raison de 0.1 ml/individu pour les espèces *R. philippinarum*, *R. decussatus* et *Mercenaria mercenaria* et de 0.5 ml/individu pour *P. maximus* et *C. edule*. Les bivalves ont ensuite été laissés à sec pendant trois heures. Les huîtres *Crassostrea gigas* et *Ostrea edulis* dificilement injectables en raison de leur petite taille ont été contaminées par balnéation dans la suspension bactérienne diluée au dixième. *P. maximus*, supportant mal l'émersion prolongée, a également subi la balnéation en plus de l'injection. Toutes ces expériences ont porté sur des groupes de 40 à 50 individus.

Détection de Vibrio P1 : La chair et l'eau intervalvaire des bivalves ont été récupérés et pesés dans un récipient stérile. Après addition d'une quantité connue d'eau de mer stérile, l'ensemble a été broyé à l'ultraturax. Des dilutions appropriées des broyats ont été ensemencées sur un milieu différentiel: milieu de Zobell additionné de Mannitol (1 %) et de Bleu de Bromothymol (milieu ZMB). Une culture de référence de *Vibrio P1* a été réalisée simultanément sur ZMB. Après 5 à 7 jours d'incubation à 20°C, les colonies vertes (mannitol -) et d'aspect comparable à celles de la culture de référence ont été sélectionnées et purifiées. Leur croissance a ensuite été testée sur milieu TCBS (AES) et à 30°C sur Zobell. Ces tests préliminaires (ou "prétests") ont permis d'écarter les souches présentant un caractère les distinguant de *Vibrio P1*. Seules les souches dont les caractéristiques correspondaient à celles du *Vibrio* pathogène (Mannitol - , poussant sur TCBS, Saccharose - et ne poussant pas à 30°C) ont été retenues et passées en galerie d'identification Api 20 B et 20 E. Leur profil phénotypique a été comparé à celui de *Vibrio P1* décrit par Paillard et Maes (1990 a).

RESULTATS

1. Observation du symptôme et détection du pathogène.

Le symptôme qui caractérise la MAB de la palourde japonaise, *R. philippinarum* (Fig 1), a été observé en France chez plusieurs espèces de palourdes indigènes (Fig 2 et 3). Assez fréquent chez *R. decussatus*, il

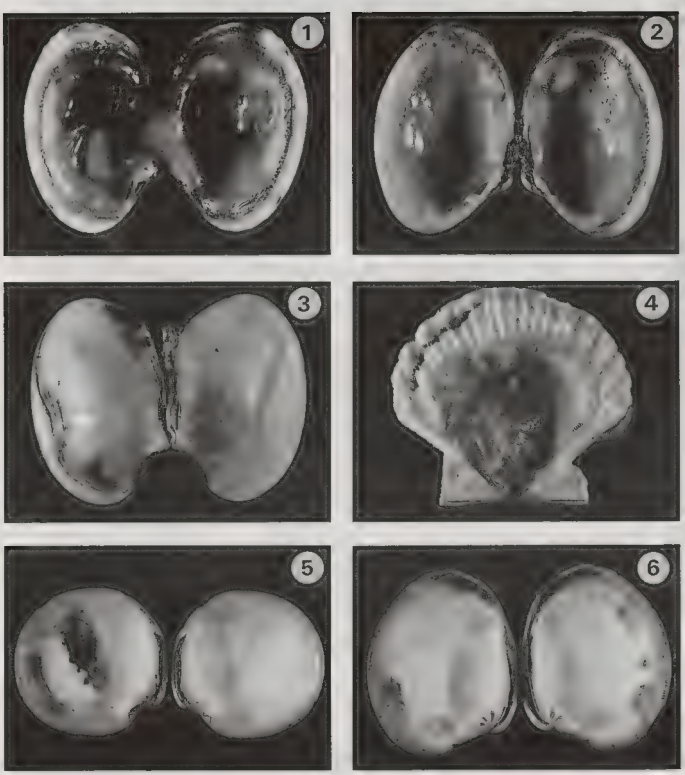


Fig. 1 à 6 Symptôme anneau brun observé chez diverses espèces de bivalves. 1 : *Ruditapes philippinarum*, 2 : *Venerupis aurea*, 3 : *Ruditapes decussatus*, 4 : *Pecten maximus*, 5 : *Dosinia exoleta*, 6 : *Mercenaria mercenaria*

est plus occasionel chez *V. aurea*, *T. rhomboïdes*. Il a également été découvert chez d'autre veneridae, chez un exemplaire de *M. mercenaria* (Fig 6) de *Dosinia exoleta* (Fig 5). Un depôt brun semblable a pu être également constaté chez plusieurs spécimens de Coquilles Saint-Jacques, *P. maximus* (fig 4). Jusqu'à présent, le symptôme n'a pas été signalé chez d'autres bivalves d'intérêt commercial comme la Praire (*Venus verrucosa*), la Moule (*M. edulis*), ou chez les huîtres élevées en Europe (*O. edulis* et *C. gigas*).

Vibrio P1 a été détecté chez la palourde japonaise *R. philippinarum* et chez deux espèces de palourdes indigènes, *R. decussatus* et *V. aurea*, chez des individus présentant l'anneau brun (tableau 1). Il n'a pas été retrouvé chez *T. rhomboides* ni chez *P. maximus*. Aucune analyse n'a été effectuée sur *M. mercenaria* et *D. exoleta*.

TABLEAU 1

Détection de *Vibrio P1* chez différentes espèces de bivalves récoltées dans la nature ou sur parc et présentant un anneau brun.

Espèces	*Vibrio P1*
Ruditapes philippinarum	+
Ruditapes decussatus	+
Venerupis aurea	+
Tapes rhomboides	-
Mercenaria mercenaria	/
Dosinia exoleta	/
Pecten maximus	-

+: P1 détecté; -: P1 non détecté; /: pas d'analyse.

2. Infections expérimentales (tableau 2).

L'injection de *Vibrio P1* aux deux espèces de palourdes, *R. philippinarum* et *R. decussatus* a donné des taux d'individus porteurs d'un anneau brun, respectivement de 52% et 17%, quinze jours après

l'injection et de 98% et 62% après quatre semaines. Dans les deux cas, les témoins sont restés indemnes. Parmi les autres espèces de bivalves infectés, seule la Coquille Saint-Jacques a développé le symptôme, avec une prévalence de 30% , valeur non significativement différente de celle de 16 % atteinte en fin d'expérience dans le groupe d'individus témoins non infectés expérimentalement.

TABLEAU 2

Prevalence du symptôme AB chez des bivalves contaminés expérimentalement par *Vibrio P1*.

Espèces	15 jours	30 jours	Témoins
Ruditapes philippinarum	**52%**	**98%**	**0%**
Ruditapes decussatus	**17%**	**62%**	**0%**
Mercenaria mercenaria	**0%**	**0%**	**0%**
Crassostrea gigas	**/**	**0%**	**0%**
Ostrea edulis	**/**	**0%**	**0%**
Pecten maximus	**/**	**30%**	**16%**
Cerastoderma edule	**/**	**0%**	**0%**

DISCUSSION

Les données histo-pathologiques préliminaires montrent que l'anneau brun est essentiellement constitué d'un dépôt de périostracum qui se forme suite à une dégradation de la lame périostracale par *Vibrio P1* (Paillard et Maes 1990b). Tout facteur exogène, biotique ou non, susceptible de détériorer la lame périostracale risque donc de provoquer ce même symptôme. De tel facteurs ont déjà été étudiés ou évoqués comme causes possibles d'anomalies coquillières diverses chez les bivalves, anomalies incluant le symptôme anneau brun. Un parasite, le trématode *Meiogymnophallus fossarum*, dont les métacercaires sont localisées au niveau du bourrelet palléal (région où est produite la lame périostracale) de la palourde *Venerupis aurea*, provoque un symptôme très semblable à l'anneau brun chez cette espèce (Bartoli, 1974). Mori (1975) a obtenu des déformations coquillaires et un dépôt similaire à l'anneau brun chez un pectinidae d'élevage, *Patinopecten yessoensis* , en plaçant les bivalves dans des

conditions qu'il juge stressantes, à savoir, en conditions oligotrophes. De plus, il semble faire augmenter la prévalence du symptôme, en faisant subir des chocs et des vibrations aux bivalves, par agitation quotidienne des casiers d'élevage. D'après Palmer (1980), des déformations marginales des valves et la production d'un dépôt brun peuvent être induites en laboratoire chez *Argopecten irradians* suite à une manipulation excessive des bivalves. Pour expliquer ses observations, cet auteur invoque la délicatesse du processus d'élaboration de la coquille et la facilité avec laquelle ce processus peut être perturbé par des circonstances ou des facteurs stressants, pouvant conduire à des rétractions répétées du manteau ou à une irritation locale de ce dernier.

Au vu de ces cas de parasitisme (Bartoli 1974) ou de situations stressantes (Mori 1975, Palmer 1980) pouvant induire la formation de symptômes de type anneau bruns, il apparait que l'infection par Vibrio P1 ne doit pas être considérée comme ***condition unique et nécessaire*** au développement d'un anneau brun chez un bivalve. Ce *Vibrio* apparait cependant comme ***élément suffisant*** pour provoquer la Maladie de l'Anneau Brun chez au moins trois espèces de palourdes, *R. philippinarum*, *R. decussatus* et *V. aurea*, et probablement aussi chez *T. rhomboides*. En effet, le pathogène a été mis en évidence chez des spécimens malades de ces trois espèces (il n'a pas été retrouvé chez *T. rhomboides*). De plus, injecté soit directement à *R. philippinarum* et *R. decussatus*, soit sous forme de broyat de palourdes malades à *V. aurea* et *T rhomboides* (Paillard et al. 1989), il provoque des taux élevés d'anneau bruns chez toutes ces palourdes. Les deux espèces testées dans la présente étude (*R. philippinarum* et *R. decussatus*) présentent des degrés différents de sensibilité au pathogène. En conditions expérimentales, la prévalence des anneaux bruns chez *R. decussatus* est d'environ 35% inférieure à celle observée dans les mêmes conditions chez *R. philippinarum*. Ce résultat est confirmé par des observations réalisées dans les zones vénéricoles. Jusqu'à présent, sur le terrain, la palourde "européenne" développe moins d'anneaux bruns que la "japonaise". De même, dans les bancs naturels de palourdes indigènes, les cas de maladie sont très rares. Aucun élément ne permet actuellement d'expliquer les raisons de la différence de sensibilité de ces deux espèces au *Vibrio* pathogène.

Chez le Clam, *M. mercenaria*, espèce d'intérêt commercial, le symptôme de l'anneau brun a été observé mais n'a pu être produit expérimentalement

par injection de Vibrio P1. Chez un autre veneridae, *D. exoleta*, le symptôme a également été observé, mais cette espèce n'a fait l'objet d'aucune expérience de contamination. L'étiologie du symptôme observé chez ces deux veneridae n'est donc pas déterminée. Elle n'est pas clairement établie non plus dans le cas de la Coquille St Jacques. En effet, le pathogène n'a pas été détecté chez *P. maximus* et l'expérience de contamination n'a pas donné lieu à une prévalence d'anneaux bruns significative par rapport aux témoins. La contamination, qui n'a pas été réalisée dans les meilleures conditions, les bivalves n'étant probablement pas indemnes avant l'expérience, ne permet donc pas de conclure quant à l'éventuel rôle pathogène de *Vibrio P1* pour ce pectinidae. Chez d'autres bivalves d'intérêt commercial comme la Praire, la Moule, les Huîtres, la Coque, des anneaux bruns n'ont pas été signalés jusqu'à présent. D'autre part, les expériences de contamination menées sur la Coque, *Cerastoderma edule*, et sur de jeunes Huîtres, *Crassostrea gigas* et *Ostrea edulis*, montrent que ces espèces ne sont pas sensibles au pathogène.

BARTOLI, 1974. Recherche sur les Gymnophallidae F. N. Morozov, 1955 (Digenea), parasites d'oiseaux des côtes de Camargue : Systématique, biologie et écologie. **Thèse, Univ. Aix-Marseille.**

MORI, 1975. Seasonal variation in physiological activity of Scallops under culture in the coastal waters of Sanriku district, Japan and a physiological approach of a possible cause of their mass mortality. **Bull. Mar. Biol. Asamushi Tohoku Univ. 15 : 59-79.**

PAILLARD C, PERCELEY L, LE PENNEC M et LE PICARD D, 1989. Origine pathogène de l'"anneau brun" chez *Tapes philippinarum* (Mollusque, Bivalve). **C. R. Acad. Sci. Paris, 309 : 235-241.**

PAILLARD C et P. MAES, 1990a. Etiologie de la maladie de l'anneau brun chez *Tapes philippinarum*: pathogénicité d'un *vibrio sp.* **C. R. Acad. Sci. Paris, 310 : 15-20.**

PAILLARD C and P MAES, 1990b. The brown ring disease in *Tapes philippinarum*: adherence of the *Vibrio P1* strain to the periostracum. **Acta of the 4th Congres of Pathology in marine Aquaculture, Vigo, Spain: 20-21.**

PALMER, 1980. Observation on shell deformities, ultrastructure and increament formation in the bay scallo *Argopecten irradians*. **Mar. Biol., 58 : 15-23.**

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 149-154

13

STRATEGIE DE REPEUPLEMENT DU MOLLUSQUE GASTEROPODE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS (B)* AU SUD DU CHILI.

VARELA SANTIBANEZ C.

Instituto Profesional de Osorno. Departamento de Acuicultura y Recursos Acuáticos. Casilla 933. Osorno Chile.

RESUME : Une stratégie de repeuplement du "loco" *Concholepas concholepas* (B) est développée dans le sud du Chili à partir de résultats obtenus au laboratoire sur la reproduction et la croissance de ce mollusque. Les reproducteurs sont conservés au laboratoire pendant toute l'année et l'émission de capsules ovigères peut être provoquée au cours de toute cette période. Les capsules sont ensuite transférées dans le milieu naturel où a lieu l'éclosion. Par ailleurs, des juvéniles recrutés dans le milieu naturel peuvent être cultivés en systèmes suspendus, en mer, où leur croissance est plus rapide qu'en milieu contrôlé.

Mots clés : Elevage, nutrition, *Concholepas concholepas*, repeuplement

ESTRATEGIA DE REPOBLACION DEL MOLLUSCO GASTEROPODO *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* EN EL SUR DE CHILE

RESUMEN : *Se plantea una estrategia para la repoblación del "loco"* Concholepas concholepas *(B), en base a información experimental de aspecto reproductivos y de crecimiento. Se propone que los reproductores sean mantenidos en el laboratorio que permite dispersion de cápsulas con larvas hasta la etapa previa a la eclosión, lo cual ocurrirá en el medio natural. Los juveniles son reclutados y ubicados en sistema de cultivo en el medio natural, donde el crecimiento es mayor que en el laboratorio.*

Palabras claves : cultivo, nutricion, *Concholepas concholepas*, repoblamiento

INTRODUCTION

Concholepas concholepas (Bruguière, 1789) est un Mollusque Gastéropode carnivore, endémique des côtes chiliennes où il est connu sous la dénomination de "loco". On le rencontre depuis Arica, nord du Chili, jusqu'en Patagonie, à l'extrême sud (fig.1). C'est une espèce gonochorique, vivant entre 10 et 40 m de profondeur. Pendant la période de reproduction les géniteurs émettent des oeufs encapsulés qui libèrent des larves véligères environ 30 jours après la ponte (Gallardo, 1979 ; Castilla, 1983). La phase planctonique larvaire est inconnue (López et Varela, 1990). Le recrutement des juvéniles se fait dans la zone intertidale où ils demeurent jusqu'à leur maturité sexuelle.

Ce mollusque, d'intérêt économique (Castilla, 1982) est actuellement surexploité. Au nord du Chili (zone 1, fig.1) ce sont les juvéniles qui sont pêchés, au centre et au sud (fig.1) ce sont les reproducteurs tandis que dans la zone 3 (extrême sud) les conditions climatiques limitent la pêcherie (Varela et López, 1989). L'augmentation de l'effort de pêche dans les années 1980-1988 a entraîné la raréfaction de la ressource et en conséquence les tonnages débarqués ont chuté. Devant la gravité de la situation les autorités gouvernementales ont décidé d'interdire la pêche pour une période de trois ans de 1989 à 1991.

En parallèle les biologistes qui travaillent sur la reprodution et la croissance de *C. concholepas* en milieu contrôlé et en mer ont obtenu des résultats qui leur permettent de proposer une stratégie de repeuplement de cette espèce.

MATERIEL et METHODES

Les exemplaires de *C. concholepas* sont récoltés en plongée, à marée basse, dans la région de Balña Mansa (fig.1). Au laboratoire ils sont répartis, par classe de taille, dans des aquariums. En mer ils sont disposés dans des conteneurs en plastique, suspendus à des filières flottantes. La densité est de 80 individus au m^2. Les animaux sont nourris de deux mytilidés, *Mytilus chilensis* (x = 3,8 cm ± 1,3 cm) et *Perumytilus purpuratus* (x = 3,2 cm ± 1,2 cm) à raison de deux individus de chaque espèce par jour. D'autres individus de 6 à 8 cm de longueur périostomale sont placés dans des aquariums à 12°C, 14°C, 16°C et 18°C ± 0,2°C où ils sont alimentés d'un mélange de quantités égales de 4 *M.chilensis* et 4 *P. purpuratus*/animal/jour. Enfin d'autres *C.concholepas* sont alimentés pour certains de 4 *M.chilensis*/jour et d'autres de 4 *P.purpuratus*/jour.

RESULTATS

C.concholepas montre une préférence pour *M.chilensis* pour lequel le taux d'ingestion se situe entre 0,20 (minimum) à 18°C et 0,60 (maximum) à 18°C (fig.2) alors qu'avec *P.purpuratus* celui-ci oscille entre 0,23 à 18°C et 0,11 à 12°C. Lorsque les animaux sont nourris uniquement de *M.chilensis* le taux maximum d'ingestion est de 0,82 à 18°C et le taux minimum est de 0,40 à 12°C (fig.3). Alimentés seulement par *P.purpuratus* le taux d'ingestion est de 0,80 à 18°C et 0,28 à 12°C (fig.3). Nous n'avons pas enregistré de différences statistiquement significatives dans la comparaison des valeurs d'ingestion obtenues à la même température. Les

Figure 1 : Géographie du Chili et la zonation définie. La région étudiée est hachurée.

taux d'ingestion de *C.concholepas* nourris seulement de *M.chilensis* arrivent à des valeurs identiques à celles obtenues avec le mélange en quantité égale de *M.chilensis* et *P.purpuratus*.

Les résultats de croissance obtenus indiquent un meilleur développement des animaux placés sur les filières flottantes. En revanche, les femelles maintenues au laboratoires produisent un plus grand nombre de capsules que celles mises dans les structures en mer (fig.4).

DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent que *C.concholepas* peut vivre, s'alimenter et se reproduire de façon satisfaisante en captivité (López et Varela, 1988), mais d'autres expériences doivent encore être effectuées pour obtenir un meilleur conditionnement artificiel des adultes. Cependant, une stratégie de repeuplement peut déjà être mise en application. Des capsules ovigères peuvent être obtenues expérimentalement à partir de reproducteurs conditionnés au laboratoire. Ces capsules sont alors transférées en mer où l'éclosion se produit. Les juvéniles sont ensuite récupérés par captage et mis en culture dans des structures en suspension sur des filières flottantes.

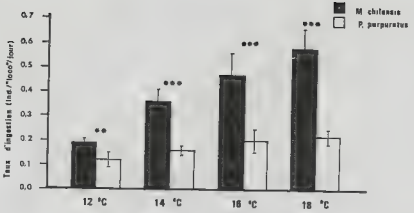


Figure 2 : Taux d'ingestion de *Mytilus chilensis* et *Perumytilus purpuratus* en alimentation mixte par *Concholepas concholepas* en fonction de la température. *** hautement significiatif, ** peu significatif.

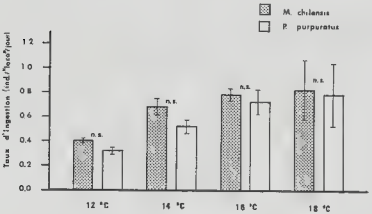


Figure 3 : Taux d'ingestion de *M.chilensis et P.purpuratus*, en alimentation séparée, par *C.concholepas* en fonction de la température. n,s : différences non significatives.

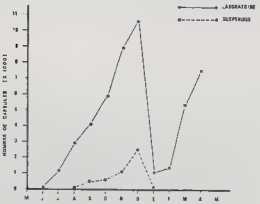


Figure 4 : Nombre de capsules ovigères déposées par *C.concholepas* au laboratoire et en systèmes suspendus en mer.

L'avantage d'une telle pratique est indéniable. Elle permet d'obtenir en laboratoire un plus grand nombre de capsules que dans le milieu naturel et à n'importe quel moment de l'année. En outre la prédation est nulle. L'élevage des juvéniles en mer, dans des structures spécialisées, leur assure une meilleure croissance puisque celle-ci est multipliée par deux par rapport à celle obtenue au laboratoire (Varela et López, 1989) et également une protection contre les prédateurs. En définitive, cette stratégie de repeuplement est facile à réaliser, elle est peu coûteuse et peut être appliquée sans problème selon l'étude de Varela et López (1989) sur tout le littoral du Chili.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie tout particulièrement le Professeur Marcel Le Pennec et le Dr Dario Moraga, Université de Bretagne Occidentale, Brest (France) pour leur aide dans la rédaction du manuscrit et Christhian Iracabal et Marìa Elsa Hernández. Les recherches ont été financées par la Dirección de Investigación, Instituto Profesional de Osorno et le FONDECYT 0217-91.

GALLARDO C., 1979 - El ciclo vital del Muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fase de vida en el bentos. *Biología Pesquera.* (Chile), 12 : 79-89.

CASTILLA J.C., 1982 - Pesquería de moluscos gastrópodus en Chile : *Concholepas concholepas*, un caso de estudio. *Monografías Biológicas*, 2 : 199-212.

CASTILLA J.C., 1983 - El recurso *Concholepas concholepas*, su biología y estado en que se encuentra la pesquería en Chile. En : Análisis de Pesquerías Chilenas. P.Arana. ed. Universidad Católica de Valparaíso : 37-51.

LOPEZ D.A. y C.E. VARELA, 1988 - Manejo de reproductores y postura de cápsulas en *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) : una revisión del problema y requerimientos de investigación. *Biología Pesquera*, Chile, 17 : 21-30.

VARELA C.E. y D.A. LOPEZ, 1989 - Manejo de los reproductores de *Concholepas concholepas* (Brugière) en el diseño de una estrategia de reproblació. *Medio Ambiente* (Chile), 10(1) : 3-12.

Société Française de Malacologie
LES MOLLUSQUES MARINS. BIOLOGIE ET AQUACULTURE
Ifremer, Actes de Colloques, no. 14, 1992, p. 155-172

14

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DU REGIME ALIMENTAIRE DE LA SEICHE (*SEPIA OFFICINALIS* L.) (MOLLUSQUE, CEPHALOPODE) DANS LE NORD DU GOLFE DE GASCOGNE ET DANS LE GOLFE DU MORBIHAN : RESULTATS PRELIMINAIRES

PINCZON du SEL G. et DAGUZAN J.

Station de Biologie Marine de l'Ile de Bailleron, Université de Rennes I, 56860 SENE, France

RESUME : L'analyse spécifique des proies permet de déterminer la composition du régime alimentaire des seiches en milieu naturel. Cette analyse basée sur l'exploitation des contenus stomacaux montre une consommation majoritaire de Poissons et de Crustacés Brachyoures. Le régime alimentaire à dominance Poisson en zone d'hivernage (large de Belle-Ile) devient à dominance Crustacé lorsque les seiches adultes entrent dans le Golfe du Morbihan, en mars, pour s'y reproduire. Par contre, les nouveau-nés se nourrissent exclusivement de Crustacés Amphipodes et Macroures.

Mots clés : seiche, régime alimentaire, contenus stomacaux, zone d'hivernage, zone de reproduction

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF ALIMENTARY DIET OF THE CUTTLEFISH *SEPIA OFFICINALIS* L. (MOLLUSCA : CEPHALOPODA) IN THE NORTH BAY OF BISCAY AREA AND IN THE MORBIHAN BAY : PRELIMINARY RESULTS

***ABSTRACT** : The specific analysis of preys allows to determine the composition of cuttlefishes alimentary diet in natural conditions. This analysis based on exploitation of stomachal contents shows a majority of Fishes and Brachyura Crustaceans consumed. The alimentary diet with a Fish dominance in winter area (off Belle-Ile island) becomes a Crustacea dominance when adult cuttlfishes come in Morbihan Bay, in March, for reproduction. As for newly-born, they eat exclusively Crustacean Amphipoda and Macrura.*

Keywords : cuttlefish, alimentary diet, stomachal contents, winter area, reproduction area

INTRODUCTION

La seiche, *Sepia officinalis* L., est le Céphalopode européen le plus étudié du point de vue biologique selon Boletzky (1983). De nombreuses études ont eu lieu en Méditerranée (Mangold, 1966) et en Manche (Richard, 1971).

Le régime alimentaire, bien étudié en laboratoire (Richard, 1975; Boletzky & Hanlon, 1983; Nixon, 1985; De Rusha & al., 1989), est peu connu en milieu naturel. Najaï et Ktari (1979), Guerra (1985) et Le Mao (1985) sont les seuls à apporter des informations sur ce sujet.

Depuis peu, le cycle biologique est étudié dans le Nord du Golfe de Gascogne (Le Goff, comm. pers.). Des migrations entre le large de Belle-Ile (zone d'hivernage) et le Golfe du Morbihan (zone de reproduction) ont été mises en évidence (Le Goff, comm. pers.). C'est pourquoi il nous a paru intéressant de nous préoccuper du régime alimentaire de la seiche dans cette région.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude a été réalisée de Janvier à Juillet 1990 dans deux secteurs de pêche (Fig 1):

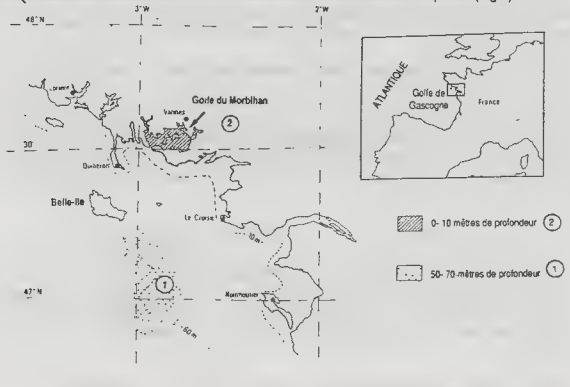


FIG 1.- NORD DU GOLFE DE GASCOGNE.
zones d'échantillonnage
1. en zone d'hivernage
2. en zone de reproduction.

-Le Sud-Ouest de Belle-Ile cette région constitue une zone d'hivernage pour les seiches. Les prélèvements y sont réalisés au chalut benthique professionnel à une profondeur moyenne de -60 mètres pour les mois de Janvier et Février.

-Le Golfe du Morbihan

--A partir du mois de Mars, les seiches migrent vers les eaux côtières pour s'y reproduire. Les captures

ont lieu dans le Golfe à l'aide de casiers de type professionnel (Fig 2)

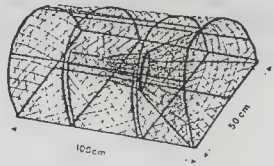


Fig.2 - Casier à seiche utilisé dans le Golfe du Morbihan.

-- Au cours du mois de Juillet, les premières éclosions ont lieu et les adultes se raréfient. Ce mois-ci est alors consacré aux nouveau-nés. La pêche est effectuée au chalut benthique de maillage de 1 cm^2 .

Toutes les seiches ramassées sont pesées entières et mesurées; la mesure prise correspond à la DML (Dorsal Mantle Length). Le sexe est déterminé pour les adultes et sub-adultes. Les individus sont ensuite disséqués afin de prélever l'estomac; des prélèvements de tout le tube digestif, effectués sur le bateau, nous ayant permis de vérifier au préalable que les restes identifiables se retrouvaient dans l'estomac. Le contenu stomacal est conservé dans l'alcool à 70° avant examen. Au cours de l'analyse, le contenu est rincé, pesé puis observé sous loupe binoculaire (grossissement de 10 à 40). La détermination des proies est faite au rang taxonomique le plus élevé possible par comparaison avec une collection d'otolithes, d'écailles et de vertèbres pour les Poissons, ainsi qu'avec une collection d'animaux formolés et disséqués pour les Crustacés.
Ainsi 326 seiches ont été disséquées (111 mâles, 179 femelles, 36 juvéniles).

La méthode d'analyse employée est celle recommandée par Hureau (1970) tenant compte à la fois de paramètres qualitatifs et quantitatifs.
Les divers coefficients utilisés sont:

Le coefficient de réplétion (C.R.) rapport exprimé en pourcentage entre le nombre d'estomacs de seiches contenant des restes et le nombre d'estomacs examinés.
L'indice de fréquence de la proie rapport exprimé en pourcentage entre le nombre d'estomacs contenant cette proie et le nombre d'estomacs pleins.

Il nous est alors possible d'étudier le régime alimentaire de la seiche sur l'ensemble de la période de Janvier à Juillet 1990, son évolution en fonction de la taille des individus ainsi que les fluctuations du coefficient de réplétion sur cette même période.

RESULTATS

1) Coefficient de réplétion

Le coefficient de réplétion est en moyenne de 46% en zone d'hivernage (Fig 3). Toutes les seiches

échantillonnées sont alors en fin de maturation. L'entrée des seiches dans le Golfe du Morbihan marque le début de la période de reproduction dans cette région, et on assiste à une chute du coefficient de réplétion jusqu'à 21% en moyenne pour les adultes. La reprise de Juillet (81%) est à considérer à part puisqu'il ne s'agit que de nouveau-nés.

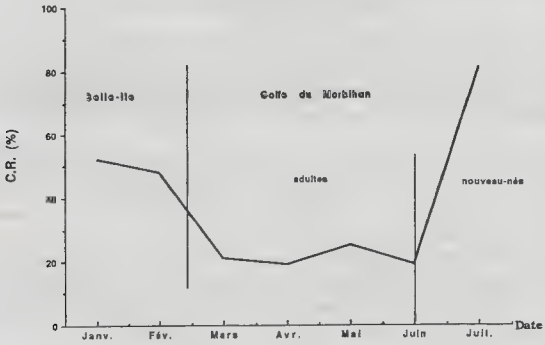


Fig 3.-Variations du coefficient de réplétion (C.R) chez la seiche de Janvier à Juillet 1990 (Nord du Golfe de Gascogne et Golfe du Morbihan).

2) Régime alimentaire

a) COMPOSITION SPECIFIQUE DES PROIES

L'analyse spécifique des proies permet de déterminer la composition du régime alimentaire des seiches en milieu naturel. Le régime est constitué essentiellement de Poissons, de Crustacés et de Céphalopodes. (Tableau I).

Les Poissons sont tous des Téléostéens. De plus, à part la dorade, le sprat et la sardine, ce sont tous des poissons benthiques ou de fond.

Les Crustacés sont représentés en majorité par les Brachyoures dans les deux zones d'échantillonnage.

Une seule classe de Mollusques est présente: celle des Céphalopodes avec une seule espèce: la seiche (*Sepia officinalis* L.); il est à noter que nous n'avons jamais retrouvé d'os ou de machoire, mais seulement des morceaux de chair ou de bras.

Cependant la proportion de chaque espèce varie au cours du cycle migratoire (Tableau II).

Tableau I

Liste des proies trouvées dans les estomacs de seiches (*Sepia officinalis* L.) en zone d'hivernage (large de Belle-Ile) et en zone de reproduction (Golfe du Morbihan).

	Proies	nombre d'estomacs de seiches contenant la proie
Poissons	Crénilabre (*Symphodus sp.*)	3
	Gobie (*Pomatochistus minutus* P.)	2
	Sprat (*Sprattus sprattus* L.)	1
	Tacaud (*Trisopterus luscus* L.)	16
	Sardine (*Sardina pilchardus* W.)	1
	Sole (*Solea vulgaris* O.)	1
	Anguille (*Anguilla anguilla* L.)	1
	Syngnathe (*Syngnathus sp.*)	1
	Dorade (*Spondyliosoma cantharus* L.)	6
	Pleuronectiformes indéterminés	2
	Poissons indéterminés	29
Crustacés	Crabe najeur (*Macropipus depurator* L.)	4
	Etrille (*Macropipus puber* L.)	4
	Crabe vert (*Carcinus maenas* L.)	18
	Atelecyclus sp.	2
	Inachus sp.	1
	Brachyoures indéterminés	14
	Crevettes	17
	Amphipodes	15
	Crustacés indéterminés	8
Céphalopodes	Seiche (*Sepia officinalis* L.)	18
Divers	Annélides	1
	Foraminifères	2
	Ulva lactuca L.	4
	Algues diverses	2

Tableau II

Variations du régime alimentaire de la seiche entre la zone d'hivernage et la zone de reproduction.

PROIES	HIVERNAGE (large Belle-Ile)	REPRODUCTION (Golfe du Morbihan)
Poissons	57%	18%
Crustacés	29%	66%
Céphalopodes	12%	9%
Divers	2%	7%

b) ANALYSE MENSUELLE (Fig 4)

-Janvier: le tacaud (*Trisopterus luscus*) représente à lui seul la moitié des Poissons ingérés. Le Poisson constitue alors 52% du régime alimentaire.
-Février: les Poissons prennent encore plus d'importance (59%).
-Mars: premier mois de prélèvements dans le Golfe du Morbihan. Les Poissons ne forment plus qu'un quart de l'alimentation. Les Crustacés deviennent importants par les Brachyoures avec notamment le crabe vert (*Carcinus maenas*).
-Avril: les Crustacés apparaissent comme la proie majeure (44%).
-Mai: le crabe vert représente à lui seul 41% des proies ingérées.
-Juin: les Poissons redeviennent majoritaires (40%). La proportion des Crustacés chute (20%).
-Juillet: les prélèvements sont focalisés sur les nouveau-nés. Les Crustacés forment alors l'exclusivité du régime alimentaire avec notamment les Amphipodes (52%) et les Macroures (31%).

c) EN FONCTION DE LA TAILLE

L' étude des variations du régime alimentaire en fonction de la taille au cours de l'hivernage ne montre aucune variation significative sur l'échantillon de taille considéré (Fig 5): les Poissons sont majoritaires devant les Brachyoures et les Céphalopodes.

Dans ce Golfe, nous pouvons remarquer de prime abord, qu'aucune seiche échantillonnée n'avait de DML comprise entre 3 et 10 cm (Fig 6). Les deux premières classes correspondent donc aux nouveau-nés avec une inversion de régime alimentaire entre Amphipodes et Macroures vers 1,5 cm de DML. Ces deux types de proies deviennent négligeables chez les seiches adultes pour laisser place aux Brachyoures et aux Poissons.

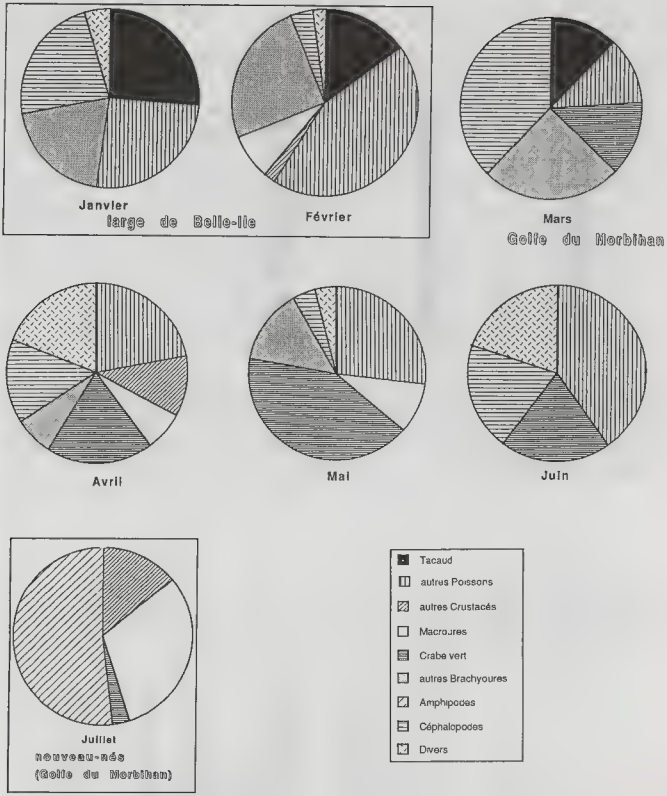


Fig 4.-Variations du régime alimentaire de la seiche de Janvier à Juillet 1990.

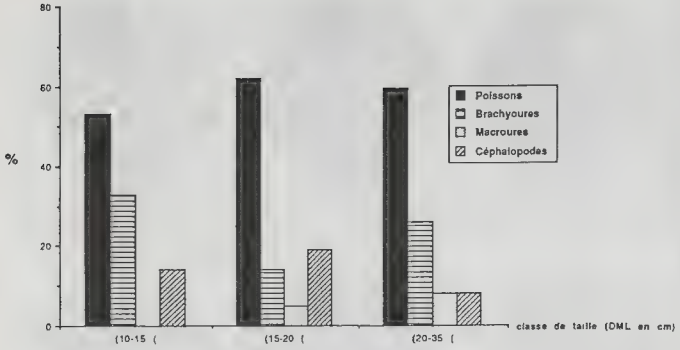


Fig.5 - Variations du régime alimentaire de la seiche en fonction de sa taille au cours de l'hivernage.

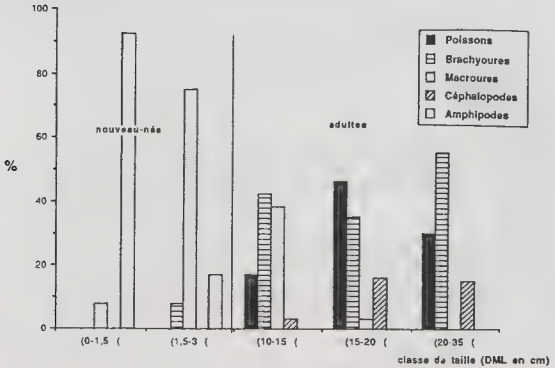


Fig.6 - Variations du régime alimentaire de la seiche en fonction de sa taille dans le Golfe du Morbihan.

DISCUSSION

Le coefficient de réplétion (Fig 3) décroit avec l'âge des seiches, des juvéniles aux adultes comme cela a été décrit par Mangold (1982). Pour les juvéniles, une forte nutrition permet une croissance rapide dès l'éclosion. Selon Richard (1971), les adultes en reproduction arrêtent de s'alimenter car les organes génitaux compriment le système digestif, ce qui peut expliquer en partie la chute importante du coefficient de réplétion dans le Golfe du Morbihan. Il serait intéressant de procéder à des captures tout au long de l'année afin de connaître ce coefficient sur l'ensemble du cycle biologique. De plus un échantillonnage à partir du chalut sur les adultes dans le Golfe du Morbihan montrerait si il existe une différence significative entre les casiers et le chalutage pour le coefficient de réplétion; un casier reste environ 48 heures immergé avant d'être relevé alors que le temps de digestion d'une seiche peut être de 15 heures à 20°C (Boucaud-Camou et al.,1983).

Le régime alimentaire, tant en zone d'hivernage qu'en zone de reproduction, est basé sur les Poissons et les Crustacés. Ceci est conforme à ce qu'ont trouvé d'autres auteurs dans le Golfe de Tunis (Najaï et Ktari, 1979), dans la Ria de Vigo (Guerra, 1985), et en baie de Rance (Le Mao, 1985). Cependant les études précédentes n'ont été effectuées que sur les périodes restreintes de présence des seiches dans les eaux côtières. Les Crustacés étaient ainsi constamment majoritaires avec certaines variations locales dans les espèces proies. Dans notre étude, la migration du large vers la côte montre une inversion du régime alimentaire passant d'une dominance Poisson à une dominance Crustacé (Fig 7). Cette inversion est encore plus marquée lorsque nous étudions le cas de 2 proies-clés: le tacaud (*Trisopterus luscus*) et le crabe vert (*Carcinus maenas*) (Fig 8). Nous pouvons nous demander pourquoi un tel changement de régime alors qu'il existe de nombreux Poissons aux dimensions similaires au tacaud dans le Golfe du Morbihan.

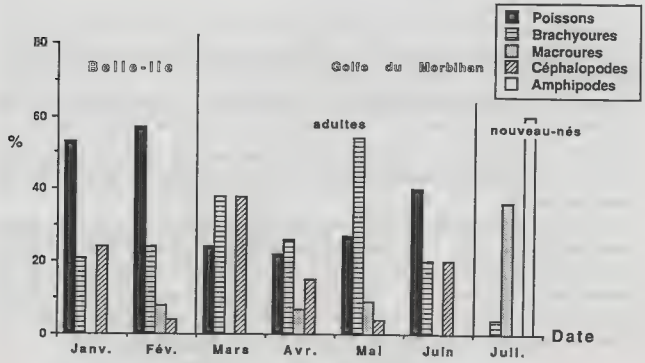


Fig 7.-Variations du régime alimentaire de la seiche de Janvier à Juillet 1990

Les seuls Mollusques reconnus appartiennent tous à l'espèce *Sepia officinalis* L; alors que d'autres auteurs (Najaï et Ktari, 1979; Guerra, 1985; Le Mao, 1985) ont trouvé des Bivalves, d'autres Céphalopodes ainsi que des Gastéropodes. Est-ce une variation locale ou un choix de la part du prédateur ? De plus, le fait de ne retrouver que des morceaux de chair ou de bras ne permet pas de conclure au cannibalisme de la seiche *Sepia officinalis* L. Ceci pouirrait être du à des bagarres ou bien des morsures dans les chaluts. En effet, les seiches sont souvent retrouvées, dans les chaluts, mordant l'animal devant elles

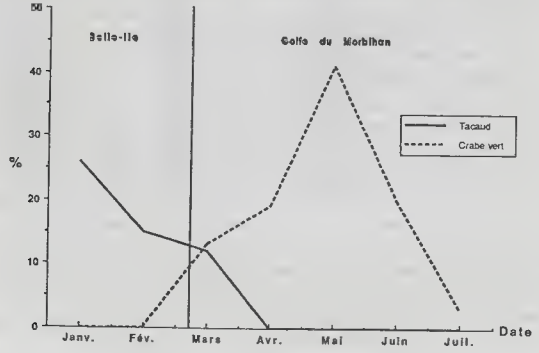


Fig 8.-Variations des proportions des proies tacaud et crabe vert dans les contenus stomacaux des seiches de Janvier à Juillet 1990.

La catégorie "Divers" regroupe des proies qualifiées d'accidentelles par Najaï et al. (1979) car elles ne sont jamais retrouvées seules dans un estomac, mais toujours accompagnées par la plupart du temps d'un Crustacé.

Tous les Poissons identifiés sont des espèces de fond ou benthiques sauf 3 (dorade, sprat et sardine).Ceci est à mettre en relation avec un mode de vie intermédiaire entre une vie pélagique et une vie benthique.

La seiche est un animal carnivore (Messenger, 1977) et le grand éventail de proies permet de la classer parmi les prédateurs opportunistes bien que certaines de nos observations nous laisse penser qu'il existe un certain choix des proies.

Cette période étudiée ne constitue qu'une partie du cycle biologique de la seiche. Il faudrait continuer les prélèvements afin de connaître le régime alimentaire pour les différentes phases de développement. Des pêches régulières apporteraient des informations sur l'activité nutritionnelle journalière comme l'ont fait Castro & Guerra (1989) dans la Ria de Vigo. La biométrie des proies naturelles permettrait d'analyser le rapport des tailles entre les proies et le prédateur. En effet, Richard (1971) et Duval & al. (1984) ont montré en laboratoire l'existence d'un rapport de taille optimale entre proies et seiche pour l'alimentation.

BOLETYZKY S.v. ,1983. *Sepia officinalis. Cephalopods Life Cycle, vol II*, Boyle P.R (ed), London: Academic Press.

BOLETZKY S.v. & HANLON R.T. ,1983. A review of the laboratory maintenances, rearing and culture of Cephalopods Mollusc. *Mem.Nat.Mus.Vict.*,44,147-187.

BOUCAUD-CAMOU E. & BOUCHER-RODONI R. ,1983. Feeding and digestion in Cephalopods. *The Mollusca, vol 5, Physiology part 2*, New-York: Academic Press.

CASTRO B.G. & GUERRA A. ,1989. Feeding pattern of Sepia officinalis (Cephalopod: Mollusca) in the Ria de Vigo (N.W.Spain). *J.Mar.Biol.Ass.U.K.*,69,545-553.

DE RUSHA R.H., FORSYTHE J.W., DI MARCO F.P. & HANLON R.T. ,1989. Alternative diets for maintaining and rearing Cephalopods in captivity. *Laboratory Animal Science*, 39(4), 306-312.

DUVAL P., CHICHERY M.P. & CHICHERY R. ,1984. Prey capture by the cuttlefish (*Sepia officinalis* L.): an experimental study of two strategies. *Behavioural Processes*, 9, 13-21.

GUERRA A. ,1985. Food of the cuttlefish *Sepia officinalis* and *Sepia esculenta* in the Ria de Vigo (N.W.Spain) (Mollusca: Cephalopoda). *J.Zool.Ser A, GBR*, 207(4), 511-519.

HUREAU J.C. ,1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst.Océanogr., Monaco*, 68(1391), 1-244.

LE MAO P. ,1985. Place de la seiche *Sepia officinalis* (Mollusqu: Céphalopode) dans les chaînes alimentaires du Golfe Normano-Breton. *Cah.Biol.Marine*, XXVI, 331-340.

MANGOLD K. ,1966. *Sepia officinalis* de la Mer Catalane. Vie et Milieu, 17(2), 961-1012.

MANGOLD K. ,1982. Quelques aspects de la croissance des Céphalopodes. *Océanis*, 8(7), 533-549.

MESSENGER J.B. ,1977. Prey-capture and learning in the cuttlefish, *Sepia. Symp.Zool.Soc.Lond.*, 38, 347-376.

NAJAI S. & KTARI M.H. ,1979. Etude du régime alimentaire de la seiche *Sepia officinalis* (Mollusca: Cephalopoda) du Golfe de Tunis. *Bull.Inst.Nat.Sci.Techn.Océan.Pêche*, Salammbo, Tun., 6(1-4), 55-61.

NIXON M. ,1985. Capture of prey, diet and feeding of *Sepia officinalis* and *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) from hatchling to adult. *Vie et Milieu*, 35, 3/4, 255-261.

RICHARD A. ,1971. Contribution à l'étude expérimentale de la croissance et de la maturation sexuelle de la seiche *Sepia officinalis* L. (Mollusque: Céphalopode). *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Lille, n°2453, 264P.

RICHARD A. ,1975. L'élevage de la seiche (*Sepia officinalis* L., Mollusque:Céphalopode). *10th Europ.Symp.Mar.Biol., Ostend (Belgium)*, 1, 359-380.

BIBL. DU MUSEUM PARIS

LISTE DES PARTICIPANTS

ALDANA-ARANDA Dalila, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida, C.P. 97310, A.P. 73 "Cordemex" Yucatan, México.

AUFFRET Michel, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Av. Le Gorgeu , 29287 Brest Cédex.

BACHER Cédric, IFREMER LEC, BP 133, 17390 La Tremblade.

BARILLE Laurent, IFREMER LEC, BP 133, 17390 La Tremblade.

BARRET Jean, IFREMER-Brest, B.P. 70, 29280 Plouzané.

BARTHELEMY Guillaume, IFREMER, 56470 La Trinité sur Mer.

BAUD Jean-Pierre, IFREMER, Polder des Champs, 85230 Bouin.

BEAUMONT Andy, School of Ocean Sciences, University College North Wales, Menai Bridge, Anglesey, Gwynedd, LL59SEY, North Wales, (Grande Bretagne).

BENMERADI Nacer E., Laboratoire de Biologie et Ecologie Marine. I.S.N. USTHB BP N°9, Dar El Beida, Alger (Algérie).

BLANC Alain, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Biologie Animale et Appliquée, 23 rue Michelon, 42034 St-Etienne Cédex 02.

BLANC Françoise, Laboratoire de Zoogéographie Génétique, Université de Montpellier 3, BP 5043, 34032 Montpellier Cédex 1.

BLANCHARD Michel, IFREMER, Centre de Brest BP 70, 29280 Plouzané.

BODOY Alain, IFREMER, BP 133, 17390 La Tremblade.

BOUCHET Philippe, Muséum National d'Histoire Naturelle, 55 rue Buffon, 75005 Paris.

BOUGRIER Serge, IFREMER LEC, BP 133, 17390 La Tremblade.

BOUKROUFA Faycal, Université des Sciences et de la Technologie H. Boumédienne. Laboratoire de Biologie Marine, ISN-USTHB, El-Alia, Bab Essouar, BP.39, Alger (Algérie).

CANCELO BAQUERO Maria, Delegacion Provincial Conselleria Pesca, Casa del Mar 5a Planta. La Coruña (Espagne).

CIGARRIA ALVAREZ Juan M, San Pedro Mestallon n°11 5° H, Oviedo Asturias, (Espagne).

COCHARD Jean-Claude, IFREMER Centre de BREST, BP 70, 29280 Plouzané.

COLLIN Françoise, Laboratoire de Zoologie IBBA , Université de Caen, 14032 Caen Cédex.

COSTIL-FLEURY Katherine, Laboratoire de Zoologie générale et Ecophysiologie. Université de Rennes1. Avenue du Général Leclerc, Campus Beaulieu, 35042 Rennes Cédex.

DAGUZAN Jacques, Université de Rennes I. Laboratoire de Zoologie générale et Ecophysiologie, Avenue du Général Leclerc Campus Beaulieu, 35042 Rennes Cédex.

DAO Jean-Claude, IFREMER, Centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané.

DE SMET W.H., Rŷksuniversitair Centrum Antwerpen, Algemene Biologie. R.V.C.A.,Groenenborgerlaan, 171, B.2020 Antwerpen (Belgique).

DELAUNAY Franck, IFREMER Centre de BREST, BP 70, 29280 Plouzané.

DELAY Bernard, Institut des Sciences de l'Evolution, Case O64, USTL, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cédex 05.

DESLOUS-PAOLI Jean Marc, IFREMER, 1 rue Jean Vilar 34200 Sète.

DEVAUCHELLE Nicole, IFREMER Centre de BREST, BP 70, 29280 Plouzané.

DIOURIS Marcel, Laboratoire de Physiologie Végétale, U.B.O. 29287 Brest Cedex.

DJEDIAT Chakib, U.S.T.H.B., ISN, Laboratoire de Biologie Marine, BP 39 El Alia, Alger (Algérie).

DONVAL Anne, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Av. le Gorgeu 29287 Brest Cédex.

DORANGE Germaine, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Av. le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

DWIONO Sigit, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Av. le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

ESPINOS Fransisco, CUMARSA, Punta Moreiva - Resovedo, El Grove, Pontevedra (Espagne).

FAURE Catherine, IFREMER, Centre de BREST, BP 70, 29280 Plouzané.

FARIAS MOLINA Ana M, Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal (CSIC) Ribera de Cabanes, 12595 Castellon (Espagne).

FELGUERES FERNANDEZ Carlos, Pando-Tornoin, 3316 Villaviciosa, Asturias (Espagne).

FERNANDEZ OTERO Juan, Oficina Peréférica, Conselleria Pesca. Alto da Rosa. Carril, 36.600 Vilargarcia de Arousa, Pontevedra (Espagne).

FINET Yves, Muséum d'Histoire Naturelle, Case postale 434. CH 1211, Genève 6 (Suisse).

FLASSCH Jean-Pierre, IFREMER-Nantes, Laboratoire d'Aquaculture, rue de l'Ile d'Yeu , 44037 Nantes Cédex 01.

FLEURY Pierre-G., IFREMER Centre de BREST, BP 70, 29280 Plouzané.

FRETON Eveline, Faculté des Sciences - Laboratoire d'Ecophysiologie Bd de Safi, Marrakech (Maroc).

GAILLARD Jean, Muséum National d'Histoire Naturelle, 29, rue Boussingault,75013 Paris.

GILLES Sylvain, ORSTOM, Ziguinchor, Sénégal.

GIMAZANE Jean-P., Laboratoire de Zoologie IBBA - Université de Caen, 14032 Caen Cédex.

GLEMAREC Michel, Laboratoire d'Océanographie Biologique. IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

GOFAS Serge, Muséum National d'Histoire Naturelle - Malacologie, 55, rue Buffon, 75005 Paris.

GOULLETQUER Philippe, CBL, Box 38, Solomons, Maryland 20688-0038, USA.

GRUET Yves, Université de Nantes, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie Marine, 2, rue de la Houssinière, 44072 Nantes Cédex 03.

GUERRA-DIAZ Alejandro, Centro Experimental de Vilaxoan. Conselleria de Pesca. Apdo. 208, Vilagarcia de Arousa - Pontevedra (Espagne).

GUILLER Annick, Université de Rennes I. Avenue du Général Leclerc - Campus Beaulieu, 35042 Rennes Cédex.

GUILLOU Jacques, Laboratoire d'Océanographie Biologique. IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

HENRY Monique, SCEM - Centre de Biologie et Physiologie Cellulaire BP C41 Faculté St Jérôme, 13397 Marseille Cédex 13.

HERAL Maurice, IFREMER LEC BP 133, 17390 La Tremblade.

HERRY Angèle, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences 6, Avenue le Gorgeu 29287, Brest Cédex.

HOMMAY Gérard, Laboratoire de Zoologie, INRA, 2, rue de Herrlivheim 68021, Colmar Cédex.

JORDI RIERA IRENTER, Travessera de Gracia N°32, 3° 4°, 08021 Barcelona (Espagne).

LAMBERT Marie C., Université de Rennes I. Avenue du Général Leclerc, Campus Beaulieu, 35042 Rennes Cédex.

LE BEC Claude, IFREMER, 12, rue des Résistants, 56470 La Trinité/Mer.

LE BOUQUIN Sophie, Ecole Vétérinaire de Nantes, Aquaculture et Pathologie Aquacoles, BP 3013, 40087 Nantes Cédex 03.

LE BRETON Jacques, Laboratoire de Zoologie, Université de Caen, 14032 Caen Cédex.

LE BRIS Hervé, Ecole Vétérinaire de Nantes, Aquaculture et Pathologie Aquacoles - CP 3013, 40087 Nantes Cédex 03.

LE PENNEC Marcel, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM Faculté des Sciences 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

LEFORT Yves, ORSTOM, Nouméa B.P. A5, Nouvelle Calédonie.

LORVELEC Olivier, Laboratoire de Zoologie et d'Ecophysiologie. Université de Rennes I, Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cédex.

LUBET Pierre, Laboratoire de Zoologie IBBA , Université de Caen, 14032 Caen Cédex.

LUCAS Albert, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

MAES Philippe, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

MADEC Luc, Laboratoire de Zoologie et d'Ecophysiologie. Université de Rennes I, Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cédex.

MARTIN Jean-Louis, CREMA, L'Houmeau.

MARTINEZ Jean-Claude, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

MAURER Danièle, IFREMER, Quai du Commandant Silhouette, 33120 Arcachon.

MAZURIE Joseph, IFREMER, 12, rue des Résistants, BP 26, 56470 La Trinité/Mer.

MENDEZ FELPETO Josefina, Universidad de la Coruña, Dpto de Biologia Celular y Molecular. Area de genetica, 15071 La Coruña (Espagne).

METIVIER Bernard, Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie, 55 rue Buffon, 75005 Paris.

MOAL Jeanne, IFREMER, Centre de BREST, BP 70, 29280 Plouzané.

MORAGA Dario, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

MOUEZA Marcel, Maison de l'Aigle Leroux. F 97190 Gosier, Guadeloupe E.W.I.

NICOLAS Jean-Louis, IFREMER, Centre de BREST BP 70, 29280, Plouzané

OUMOUNA Mustapha, Institut Vétérinaire, Université de Blida El Soumaa, Blida (Algérie).

PAILLARD Christine, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

PARACHE Alain, Lycée de la Mer et du Littoral, Route du Viaduc, 17560 Bourcefranc.

PAULET Yves Marie, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

PIGEOT Jacques, Lycée de la Mer et du Littoral, Route du Viaduc, 17560 Bourcefranc.

PINCSON DU SEL G., Université de Rennes I, Station de Biologie marine de l'île de Bailleron, 56860, Séné.

PLANA Stéphanie, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

POIZAT Claude, Centre d'Etude des Ressources Animales Marines (CERAM) Faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme, 13013 Marseille.

PROU Jean, IFREMER BP 133, 17390 La Tremblade.

RAZET Daniel, IFREMER BP 133, 17390 La Tremblade.

REAL Anne Marie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Biologie des Invertébrés marins et Malacologie, 55 rue de Buffon, 75005 Paris.

RICHARD Georges, Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie, 55 rue Buffon, 75005, Paris

RIVA Alain, Fondation Océanographique Ricard. Ile des Embiez, 83140 Six-Fours-Les-Plages.

ROBERT René, IFREMER, Quai du Commandant Silhouette, 33120 Arcachon.

RODRIGUEZ GONZALEZ Juan José, Camiño Do Casal 23-A- Villajuan, Villagarcia, Pontevedra, (Espagne).

RODRIGUEZ VASQUEZ José A., Departamento de Quimica, F. de Ciencias, Universidad de Vigo, Aptdo. 874, 36200 Vigo (Espagne).

RODRIGUEZ Xan, CUMARSA, Punta Moreiva - Resovedo El Grove Pontevedra (Espagne).

RONDELAUD Daniel, Faculté de Médecine, 2, rue du Docteur Marcland, 87025 Limoges Cédex.

SAMAIN Jean-François, IFREMER, Centre de BREST, BP.70, 29280 Plouzané.

SAURIAU Pierre-Guy, Laboratoire de Biologie Marine, Faculté des Sciences, 2, rue Houssinière, 44072 Nantes Cédex 03.

SINQUIN Gérard, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

SOEGONO Dinar, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

TARDY Jean, Laboratoire de Biologie, Biochimie Marines, IUT, La Rochelle, rue de Roux, 17026 La Rochelle Cédex.

TRONDLE Jean, Girounet , 24130 La Force.

VAN ROMPU E., Rÿksuniversitair Centrum Antwerpen, Algemene Biologie. R.V.C.A.,Groenenborgerlaan, 171, B.2020 Antwerpen (Belgique).

VARELA SANTIBAÑEZ Carlos, Instituto Profesional de Osorno, Osorno. (Chili).

VICENTE Nardo, Centre d'Etudes de Ressources Animales Marines (CERAM), Faculté des Sciences et Techniques St Jérôme, 13013 Marseille.

WIDOWATI Ita, Laboratoire de Biologie Marine, UBO-IEM, Faculté des Sciences, 6, Avenue Le Gorgeu, 29287 Brest Cédex.

WOLOWICZ Maciej, Université de Gdansk, Pitsuolskiego 46, 81378 GDYNIA (Pologne) (Actuelle : IFREMER, 1, rue Jean Vilar 34200 Sète).

ZANETTE Yvon, C R E A A. Prise de Terdoux, 17480 Le Chateau d'Oléron.

COMITE DE LECTURE

Michel AUFFRET	**Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie Marine, 29287 Brest Cédex.**
Peter BENINGER	**Université de Moncton, Département de Biologie, Moncton, Canada.**
Alain BODOY	**IFREMER, BP 133, 17390, La Tremblade.**
Pierre CHARDY	**IFREMER, BP 70, 29280, Plouzané.**
Jean-M. DESLOUS-PAOLI	**IFREMER, BP 70, 29280, Plouzané.**
Jacques DAGUZAN	**Faculté des Sciences, Laboratoire de Zoologie générale et Ecophysiologie, 35042 Rennes Cédex.**
Germaine DORANGE	**Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie Marine, 29287 Brest Cédex.**
Michel GLEMAREC	**Faculté des Sciences, Laboratoire d'Océanographie Biologique, 29287 Brest Cédex.**
Jacques GUILLOU	**Faculté des Sciences, Laboratoire d'Océanographie Biologique, 29287 Brest Cédex.**
Maurice HERAL	**IFREMER, BP 133, 17390, La Tremblade.**
Monique HENRY	**SCEM et CERAM. Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, 13397 Marseille Cédex 13.**
Jacques LE BRETON	**Faculté des Sciences, Laboratoire de Zoologie, 14000 Caen.**
Marcel LE PENNEC	**Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie Marine, 29287 Brest Cédex.**
Claude POIZAT	**CERAM. Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, 13397 Marseille Cédex 13.**
Jean TARDY	**IUT. Laboratoire de Biologie, Biochimie Marines, 17026 La Rochelle Cédex.**
Nardo VICENTE	**CERAM. Faculté des Sciences et Techniques de St-Jérôme, 13397 Marseille Cédex 13.**

, 4 NOV. 1993

Reproduit par INSTAPRINT S.A.
1-2-3, levée de la Loire – LA RICHE – B.P. 5927 – 37059 TOURS Cedex
Tél. 47 38 16 04

Dépôt légal 1er trimestre 1992

La Société Française de Malacologie a organisé à Brest, le 9 novembre 1990, un symposium international sur le thème : "Les Mollusques marins : Biologie et Aquaculture". Il a réuni 120 scientifiques français appartenant en majorité aux Universités et à l'IFREMER et 30 scientifiques étrangers représentant l'Espagne, la Belgique, l'Algérie, le Maroc, le Sénégal, le Chili, 16 communications ont été présentées.

En dehors d'un Gastéropode (*Concholepas* du Chili) et d'un Céphalopode (seiche), ce sont les Bivalves qui ont été au centre des discussions, notamment les Pectinidés (coquille St-Jacques, pétoncle) et les Ostréidés (huître plate européenne, huître creuse japonaise).

Les thèmes abordés ont concerné des aspects aussi divers que l'écologie bactérienne en bacs d'élevage larvaire, la biologie des mollusques (nutrition, croissance, lutte biologique), de zootechnie aquacole (nouveaux systèmes d'élevage et de captage) et les parasitoses affectant certaines espèces.

On November 9, 1990, the French Malacological Society held a symposium in Brest whose theme was "Marine Mollucs : Biology and Aquaculture". The symposium was made up of 120 French scientists belonging, for the most part, to the Universities and to IFREMER as well as 30 foreigners representing principally Spain, Belgium, Algeria, Morocco, Senegal, Chile, 16 communications were presented.

*Besides a Gastropod (*Concholepas *from Chile) and a Cephalopod (cuttlefish), it was the Bivalves that were the focus of the discussions, and in particular the Pectinids (great scalop, scallop) and the Ostreidae (European flat oyster, Japanese oyster).*

The subjects discussed were divers and included bacterial ecology in larval rearing tanks, molluscan biology (nutrition, growth, natural selection, aquaculture biotechnology) (new rearing and capture systems), natural selection and the parasitology affecting certain species.

Service de la Documentation et des Publications (S D P)
IFREMER - Centre de Brest
B.P. 70 - 29280 PLOUZANÉ
Tél. 98 22 40 13 - Telex 940 627 F

ISSN : 0761 3962

© Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1991